



# E53-470FMS22S/E53-GW (470FMS22R) 产品规格书

星型组网 470~510MHz 22dBm LoRa 无线模块/网关

## 目录

免责声明和版权公告 .....	1
第一章 产品介绍 .....	2
1.1 产品简介 .....	2
1.2 功能特点 .....	2
1.3 应用场景 .....	3
第二章 快速入门 .....	4
2.1 系统搭建 .....	4
第三章 规格参数 .....	8
3.1 节点规格参数 .....	8
3.2 网关规格参数 .....	9
第四章 产品尺寸及引脚定义 .....	10
第五章 系统使用 .....	13
5.1 GUI 启动 .....	13
5.2 GUI 设备管理 .....	14
5.3 GUI 节点状态管理 .....	17
5.4 GUI 节点通信 .....	20
第六章 网关功能详解 .....	24
6.1 功能列表 .....	24
6.2 功能模块 .....	24
6.3 节点管理 .....	24
6.4 从网关管理 .....	26
6.5 主从网关通信 .....	27
6.6 网关通信协议 .....	29
第七章 节点功能详解 .....	31
7.1 功能概述 .....	31
7.2 用户消息帧 .....	31
7.3 节点系统框图 .....	32
7.4 消息时序及功能 .....	33
7.5 节点默认频点 .....	33
7.5 节点固件升级 .....	33
第八章 AT 指令 .....	35
8.1 网关指令详解 .....	35
8.2 节点指令详解 .....	41
第九章 相关产品 .....	43
第十章 实际应用领域 .....	44
第十一章 使用注意事项 .....	45
重要声明 .....	46
修订历史 .....	46
关于我们 .....	46

## 免责声明和版权公告

本文档中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。

文中所得测试数据均为亿佰特实验室测试所得，实际结果可能略有差异。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

最终解释权归成都亿佰特电子科技有限公司所有。

### 注意：

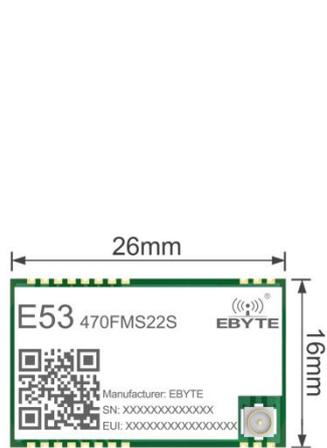
由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。亿佰特电子科技有限公司保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。本手册仅作为使用指导，成都亿佰特电子科技有限公司尽全力在本手册中提供准确的信息，但是成都亿佰特电子科技有限公司并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保。

# 第一章 产品介绍

## 1.1 产品简介

E53-470FMS22S、E53-GW(470FMS22R)是基于 LoRa 扩频技术开发的设备监控系统 (Facilities Monitoring System) 无线传输模块及网关，其强大的抗干扰能力，让无线通信在工业现场更加稳定可靠，同时设备监控系统支持超大网络容量，网关最大可接入 1200 个节点。

FMS 网关设备采用 4RX+1TX 的多通道设计，实现 FDD 双工通信。FMS 系统射频接收频率范围 470~490MHz，射频发送频率范围 500MHz~510MHz。设备监控系统 (Facilities Monitoring System) 无线传输模块与网关适用于智能家居、智能楼宇化、安防系统、光伏、物流等大规模物联网应用场景。



E53-470FMS22S



E53-GW(470FMS22R)

## 1.2 功能特点

网关特点：

- 采用最新 LoRa 技术，比传统 LoRa 数传电台距离更远，性能更强大；
- 采用军工级 LoRa 调制技术，具有数据加密；
- 超大网络容量，网关最大可连接 1200 个节点；
- 自组网：仅需在网关添加上节点 EUI 即可实现组网，节点上电后自动加入网络；
- 星型组网：网关连接多个节点模块，实现星型网络拓扑结构；
- 网络自愈：模块恢复正常工作状态后自动加入网络；
- 中继组网：FMS 网络可通过加入从网关来扩大通信范围，从而实现中继组网应用；
- 环境场强动态指示，数据包 RSSI 动态指示；
- 网关类型可配置：网关可配置为主网关和从网关，主网关是网络的核心设备，一个设备监控系统网络中只允许一个主网关存在。从网关通过 RS485 总线与主网关进行数据交互。
- 支持信道频率动态分配，避免通信信道与数字电视信号重叠，保证信号稳定性。
- 软件内置看门狗，保证设备运行不死机；
- 防尘、防潮；
- 产品简单易用，通过上位机进行配置；
- 简单的高效电源设计，采用压线方式，支持 DC 8V ~ 28V 供电；
- 发射功率最高可达 22dBm；
- 通信距离可达 3km；

- 支持 CSMA 功能，电台自动根据当前环境噪音强度等待发送，极大的提高模块在恶劣环境下的通信成功率；
- 支持 AES128 数据加密，有效保证数据安全性；
- 可实现多级中继组网，有效扩展通信距离，实现超远距离通信；
- 采用温度补偿晶振，频率稳定度优于±1PPM；
- 全铝合金外壳，体积紧凑，安装方便，散热性好；完美的屏蔽设计，电磁兼容性好，抗干扰能力强；
- 支持无线参数配置，通过无线发送指令数据包，远程配置或读取无线模块参数；

#### 节点特点：

- 基于全新 LoRa 扩频调制技术，带来更远的通讯距离，抗干扰能力更强；
- 支持用户自行设定通信密钥，且无法被读取，极大提高了用户数据的保密性；
- 支持 LBT 功能，在发送前监听信道环境噪声，可极大的提高模块在恶劣环境下的通信成功率；
- 支持信道频率动态分配，避免通信信道与数字电视信号重叠，保证信号稳定性。
- 支持 RSSI 信号强度指示功能，用于评估信号质量、改善通信网络、测距；
- 支持超低功耗功能，适用于电池供电的应用方案；
- 支持 AES128 数据加密，有效保证数据安全性；
- 发射功率最高可达 22dBm；
- 支持深度休眠，该模式下整机功耗约 3uA；
- 采用温度补偿晶振，频率稳定度优于±1PPM；
- 支持 UART 通信接口；
- 支持自定义数据上报；
- 通信距离可达 3km；
- 参数掉电保存，重新上电后模块会按照设置好的参数进行工作；
- 高效看门狗设计，一旦发生异常，模块将在自动重启，且能继续按照先前的参数设置继续工作；
- 工业级标准设计，支持-40~+85℃下长时间使用；
- IPEX 接口/邮票孔，可方便连接外置天线。

### 1.3 应用场景

- 智慧农业大棚；
- 智能家居以及工业传感器；
- 智能楼宇化；
- 烟雾传感器；
- 智能安防系统；
- 光伏；

## 第二章 快速入门

FMS (Facilities Monitoring System) 系统由 GUI (配置上位机)、网关和节点三部分组成。

### 2.1 系统搭建

为了完成系统搭建，需要完成基础物料准备工作，并完成硬件连接、初始配置和系统部署。



#### ①设备准备:

设备	数量	备注
网关	≥1 台	1 主网关，加上若干从网关（按需）
节点	≥1 台	节点作为数据上报终端
电脑	1 台	配置与监控网关及节点设备
RS485 线缆	1 条	连接主从网关（按需）
USB 转 RS485 串口工具	1 个	TTL 或 485 串口

#### ②硬件连接:

主从网关通过 RS485 双绞线通过端口②连接。连接时注意线序：A1+接 A1+、B1-接 B1-、GND 接 GND。

端口	功能
1	RS485 配置接口（连接 PC，配置网关，当前配置 921600/8/N/1）
2	RS485 通讯接口（连接从网关、控制器，当前配置 921600/8/N/1）
3	DC 5V 供电接口
4	DC 12V 供电接口
5	调试 UART 接口，物理接口为 micro-USB，实际为 TTL 串口。需要用内部带 USB 转 UART 芯片的 USB 线连接，线序为 USB_D+ 接 MCU_UART_TX，USB_D- 接 MCU_UART_RX。（连接 PC，配置网关，log 信息，当前配置 921600/8/N/1）
6	恢复出厂设置按键
7	RF 天线接口
8	RF 天线接口

#### ③网关及节点配置:

通过 1 号端口连接 PC，使用 AT 指令对主从网关进行初始化配置。

主网关配置：（节点与从网关 EUI 根据实际情况配置）

序号	参数名称	指令
1	主从属性	AT+MASTERSLAVE=1（主网关）
2	注册从网关	AT+REGISTERGW=0016C001FF18CBF6（按需填写从网关 EUI）
3	注册节点	AT+REGISTERNODE=0011223344556672, 1122334444332211, 00112233445566777766554433221100
4	从网关轮询周期	AT+SLAVEGHWHEARTBEAT=1000（范围：[20, 10000]，单位：ms）

5	节点心跳包	AT+NODEHEARTBEAT=300 (范围:[10, 2592000], 单位: s)
---	-------	--

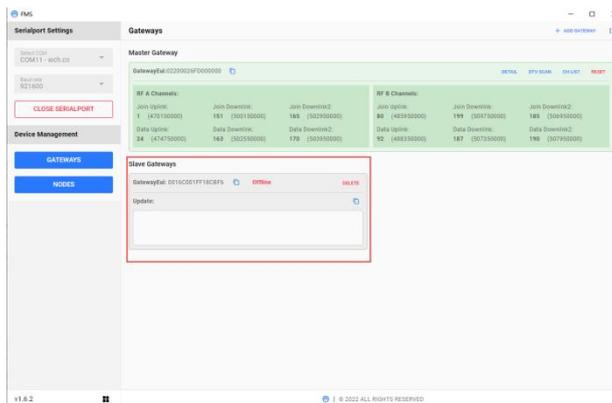
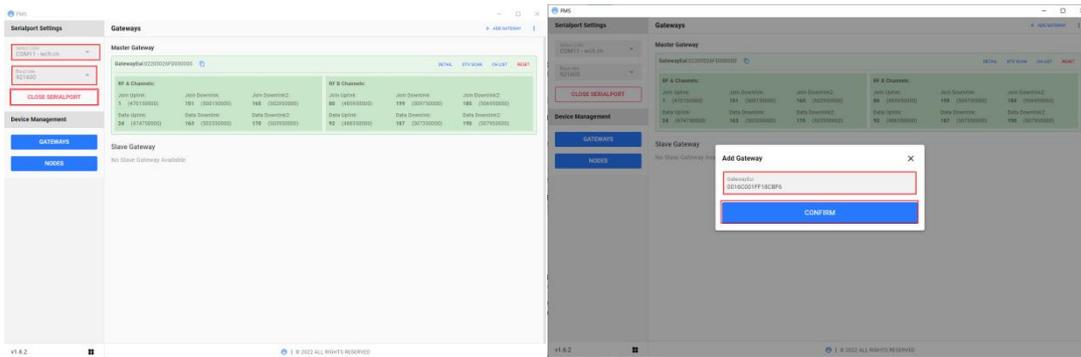
上位机配置流程:

- 1、E53-GW(470FMS22R) 网关默认为从网关，所以先打开串口调试助手配置网关类型 (AT+MASTERSLAVE=1)；

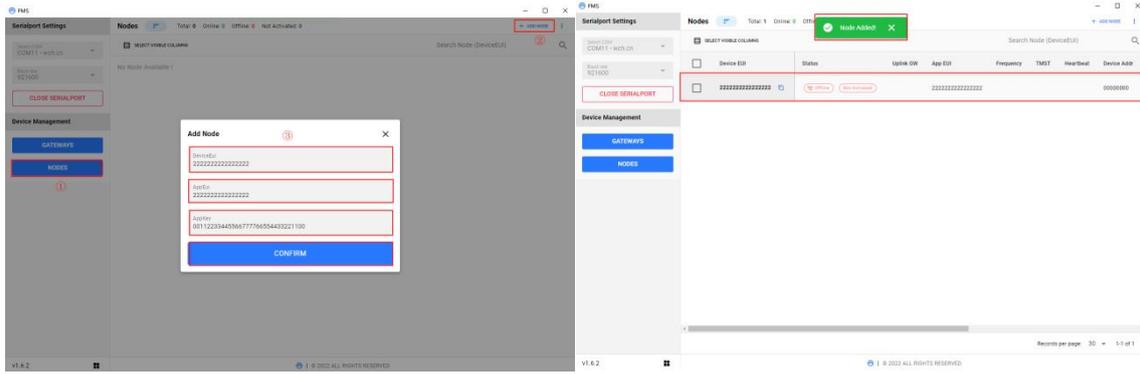


- 2、打开“FMS.exe”配置上位机，选择串口号及打开串口，上位机自动读取当前网关的频段参数；

- 3、注册从网关，点击右上角“ADD GATEWAY”，填写 gatewayEUI，再点击“CONFIRM”。可以看到上位机主界面出现从网关区域。



- 4、注册节点，点击“NODES”，再选择右上角“ADD NODE”，填写好 DeviceEui、AppEui、AppKey，再点击“CONFIRM”。可以看到上位机节点添加提示，在上位机主界面出现节点信息。



从网关配置：

序号	参数名称	指令
1	主从属性	AT+MASTERSLAVE=0 (从网关)

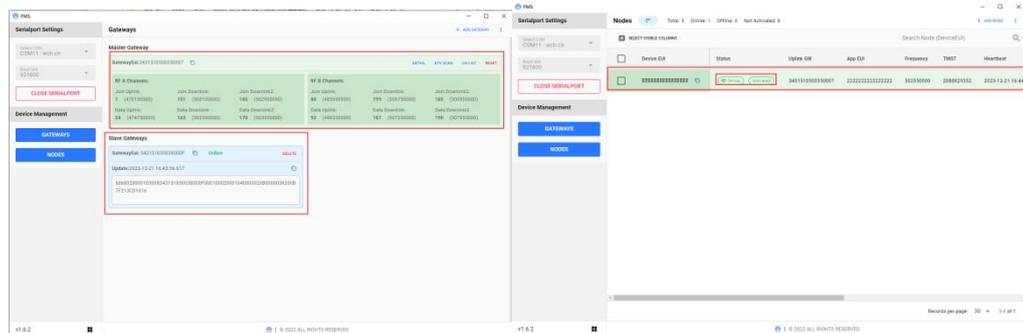
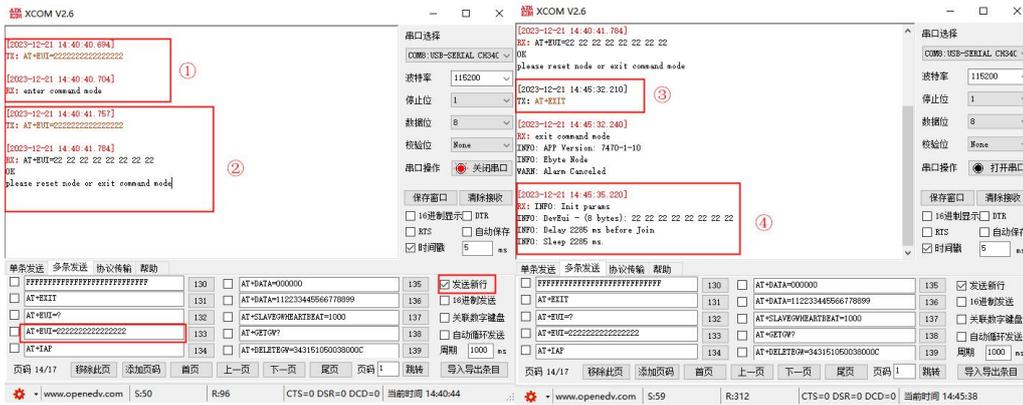
节点配置：

序号	参数名称	指令
1	节点 EUI	AT+EUI=2222222222222222 (重启生效)
2	退出配置	AT+EXIT (使用此指令会自动软件复位节点)

备注：网关默认参数为从网关，初始状态下可以不用配置。网关支持 AT 指令交互，指令以回车换行结束，且不区分大小写。支持的具体指令参考《FMS 网关 AT 指令手册》。

上位机配置流程：

- 1、连接好节点电源与串口，打开串口调试助手。
- ①唤醒节点，节点反馈“enter command mode”；
- ②再发送“AT+EUI=2222222222222222”，配置节点 EUI，配置成功后需要重启模块生效；(AT+EXIT 或者复位引脚重启)
- ③使用“AT+EXIT”退出命令模式，模块自动重启；
- ④重启自动打印 DeviceEui 与软件版本号；



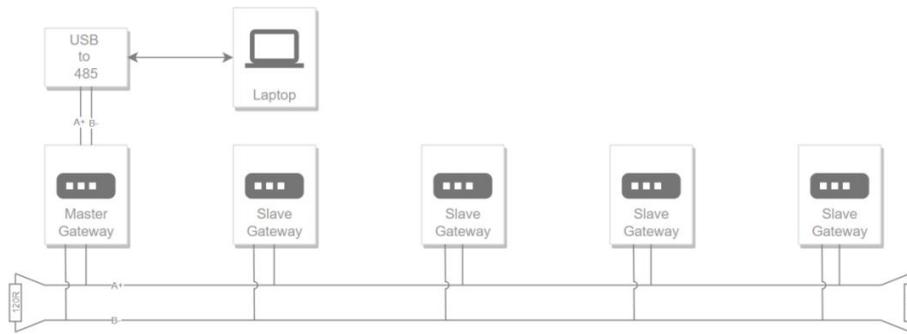
④系统部署:

设备部署可以直接使用 FMS 配置上位机，上位机支持设备管理、设备状态显示、指令下发和数据导出等功能。GUI 为免安版本，可直接双击使用。

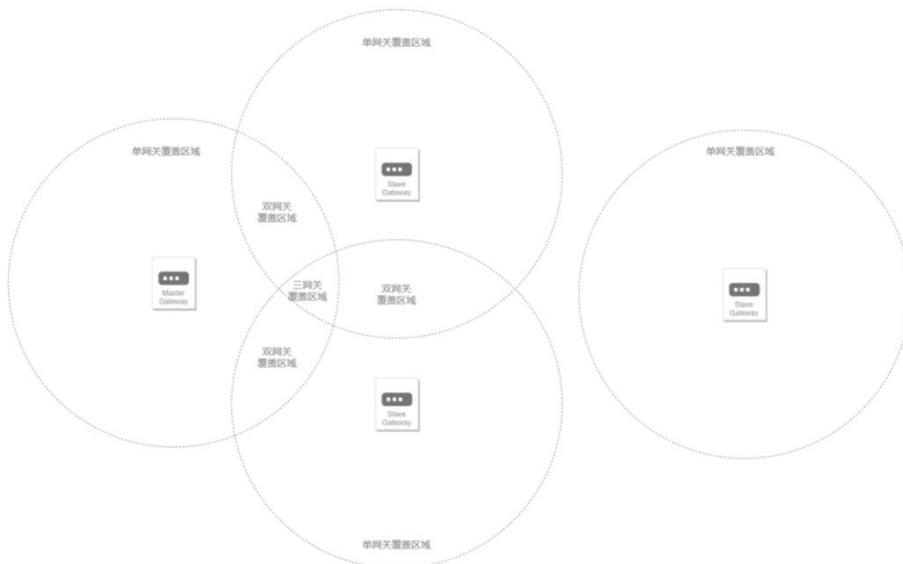
为了减小不同的实际环境的差异对系统评估带来的影响，系统部署时需要满足以下原则：

- 1、主从网关通过 RS485 总线匹配的总线型结构连接；
- 2、线材需使用国标屏蔽双绞线，推荐线径不低于 0.5 平方；
- 3、主网关和一个从网关分别位于总线两端，并在线端并联终端 120R 匹配电阻；
- 4、其他网关可任意分布在总线上，网关的覆盖范围可存在重叠；
- 5、节点随机部署在网关能覆盖的不同位置。可以是单网关覆盖的位置，也可以是多网关重叠的位置。

网关设备连接示意图：



网络范围示意图：



## 第三章 规格参数

### 3.1 节点规格参数

E53-470FMS22S:

射频参数	单位	参数	备注
工作频段	MHz	470~510	-
发射功率	dBm	22.0±0.5	-
阻塞功率	dBm	0 ~ 10.0	近距离使用烧毁概率较小
接收灵敏度	dBm	-125±1.0	空中速率5.4kbps, SF 9, BW 125KHz
实测距离	Km	3	晴朗空旷, 天线增益 3.5dBi, 天线高度 2.5 米, 空中速率 5.4kbps
空中速率	bps	5.4k	-

电气参数	单位	参数	备注
工作电压	V	2.3~5.5V	大功率模块≥5V 可保证输出功率
通信电平	V	3.3	使用 5V TTL 有风险烧毁
发射电流	mA	110	瞬时功耗
接收电流	mA	7	-
休眠电流	uA	3	软件关断
工作温度	°C	-40 ~ +85	工业级

主要参数	参数值	备注
外形尺寸	16*26 mm	±0.1mm
重量	2.4g	±0.1g
发射长度	20 Byte	自定义数据发送, 最大支持 20 字节单包发送
调制方式	LoRa	新一代 LoRa 调制技术
通信接口	UART 串口	TTL 电平
封装方式	贴片式	-
接口方式	1.27mm	-
天线形式	IPEX/邮票孔	等效阻抗约 50Ω

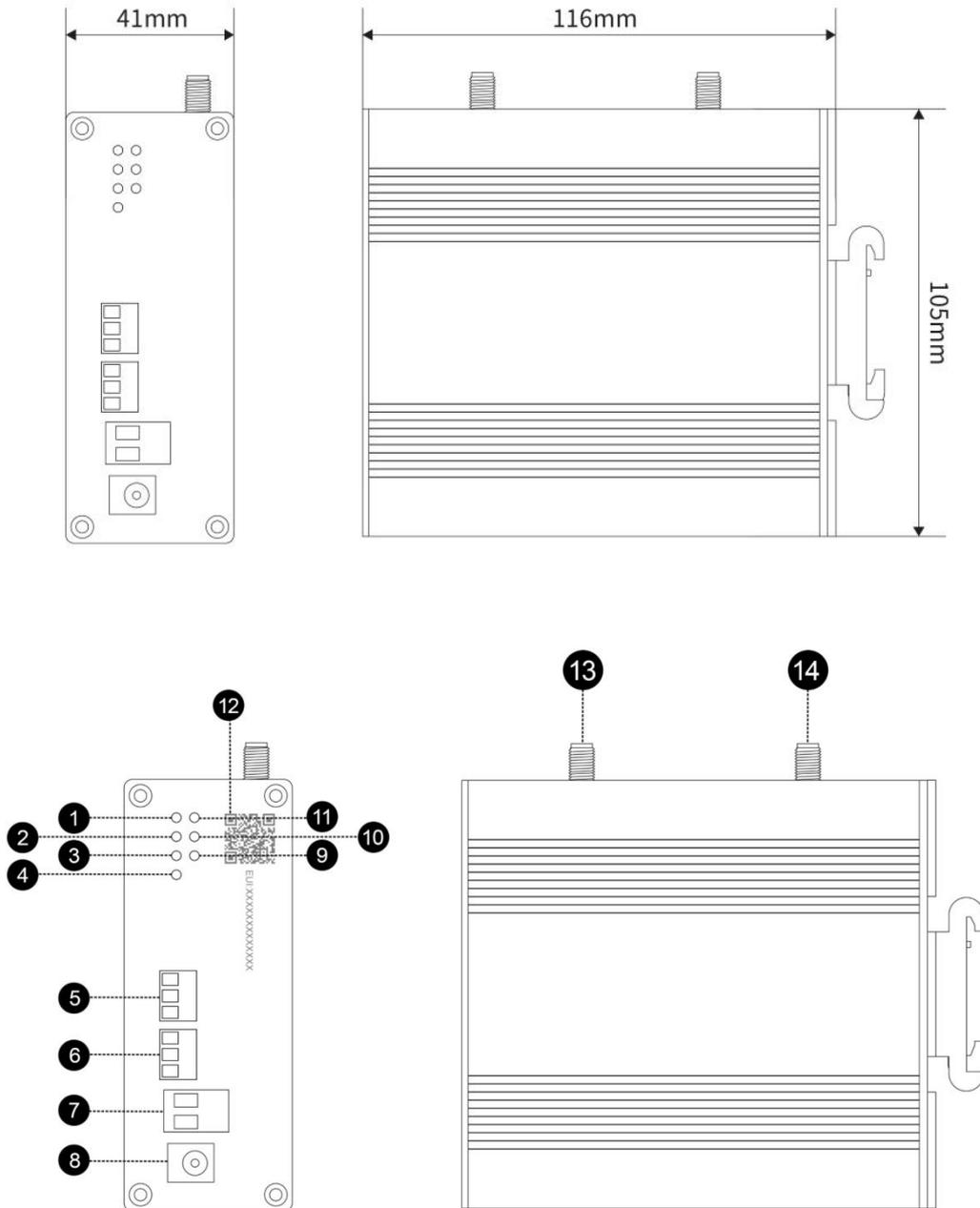
### 3.2 网关规格参数

E53-GW (470FMS22R) :

主要参数	参数值	备注
工作频段	470-510MHz	-
工作电压	DC 8V~28V	推荐使用 12V 或 24V 直流电源
发射电流	135mA @12V (常温)	-
待机电流	80mA @12V (常温)	-
空中速率	5.4 kbps	-
天线接口	SMA-K	SMA-K 接口, 外螺纹内孔, 等效阻抗约 50 Ω
通信接口	RS485	-
产品尺寸 (H*W*D)	116*105*41mm	±0.1mm
产品重量	342g	±5g
工作温度	-40℃~+85℃	-
存储温度	-40℃~+125℃	-
工作湿度	5%~95%	-
存储湿度	1%~95%	-

## 第四章 产品尺寸及引脚定义

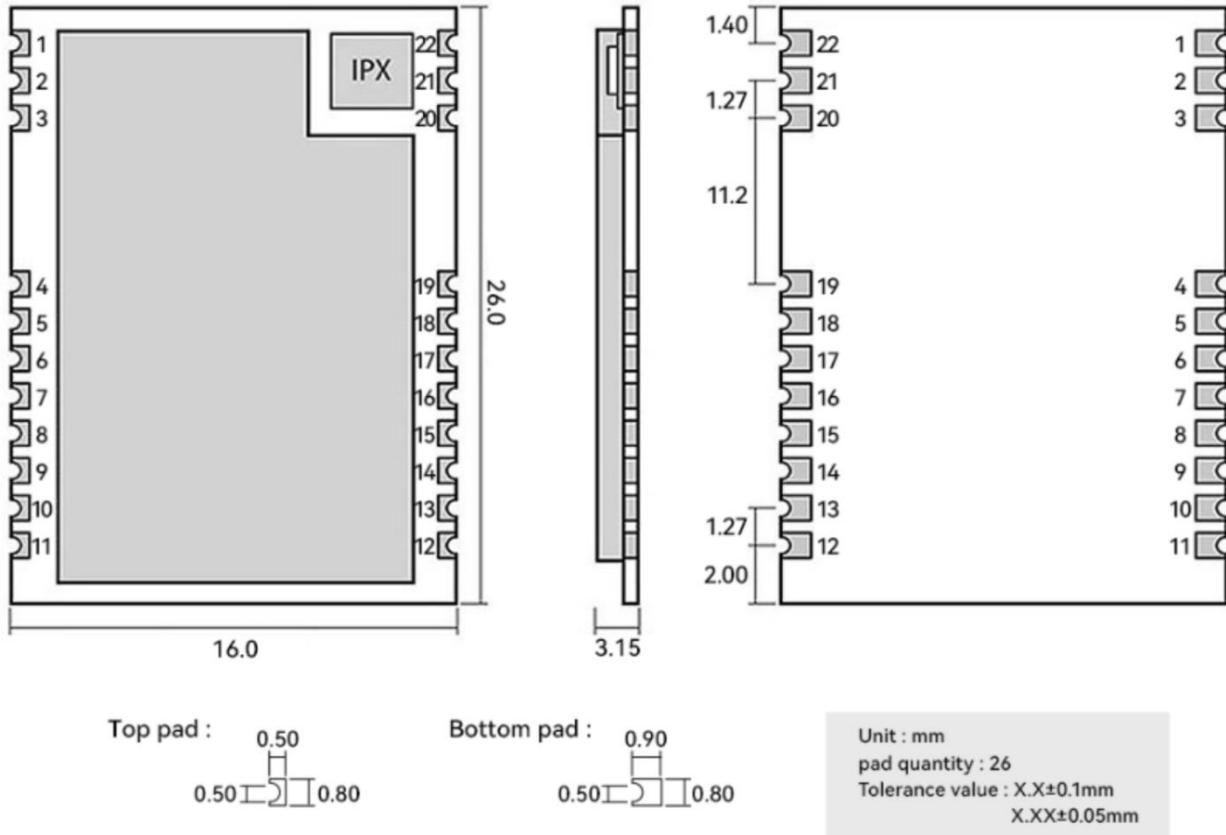
E53-GW(470FMS22R):



序号	名称	功能	说明		
1	PWR	电源指示灯			
2	INF1	AT 指令指示灯	AT 指令配置时闪烁		
3	RF_RX	射频接收指示灯	射频接收时闪烁		
4	Restore	恢复出厂设置按键	长按 5 秒以上恢复到出厂默认参数		
5	RS485 ①	RS485 A	RS485 接口 A	RS485 接口 A 与设备 A 接口相连	此接口用于连接网关
		RS485 B	RS485 接口 B	RS485 接口 B 与设备 B 接口相连	

		RS485 G	RS485 接口 G	RS485 接口 G 与设备 GND 接口相连 (建议连接)	
6	RS485 ②	RS485 A	RS485 接口 A	RS485 接口 A 与设备 A 接口相连	此接口用于 数据传输
		RS485 B	RS485 接口 B	RS485 接口 B 与设备 B 接口相连	
		RS485 G	RS485 接口 G	RS485 接口 G 与设备 GND 接口相连 (建议连接)	
7	GND		压线式电源输入负极	电源参考地	
	VCC		压线式电源输入正极	电源输入 (DC 8~28V)	
8	DC 电源接口		电源接口	电源输入 (DC 8~28V)	
9	RF_TX		射频发送指示灯	射频发送时闪烁	
10	INF2		从网关>主网关数据 指示灯	从网关向主网关发送数据时闪烁	
11	INF0		主网关>从网关数据 指示灯	主网关向从网关发送数据时闪烁	
12	EUI 二维码		储存 EUI 信息	储存出厂 EUI 信息	
13	TX		天线接口	SMA-K 接口, 外螺纹内孔, 等效阻抗约 50 Ω	
14	RX				

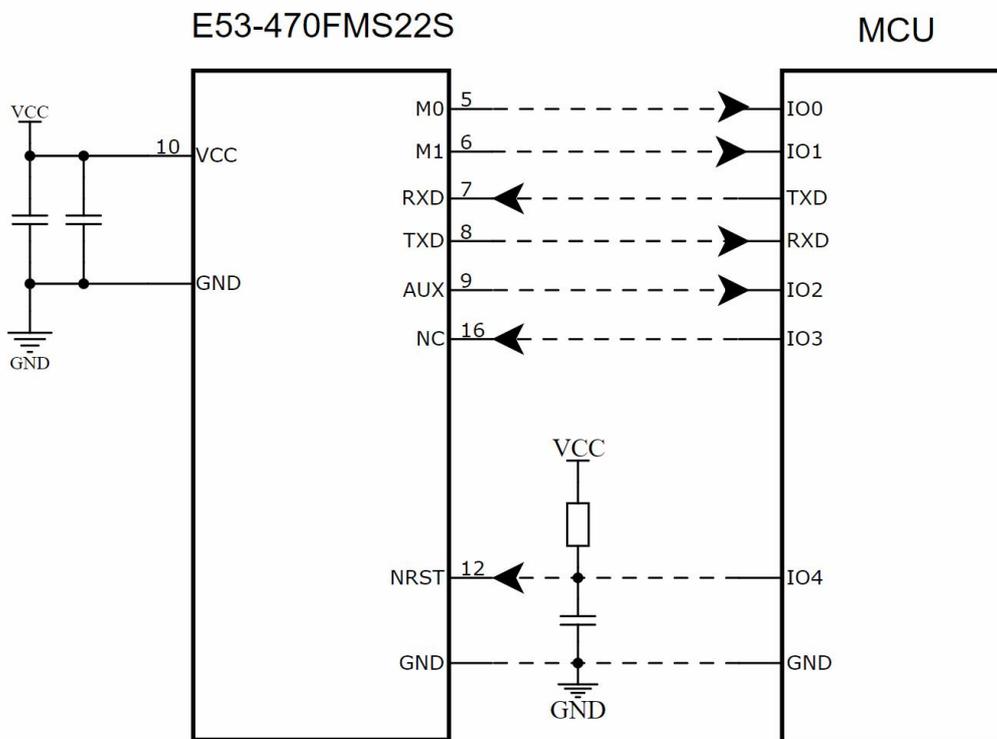
E53-470FMS22S:



序号	引脚定义	引脚方向	备注
1	GND	-	模块地线

2	GND	-	模块地线
3	GND	-	模块地线
4	GND	-	模块地线
5	M0	输出	射频输出指示引脚, 低电平有效
6	M1	输出	射频输入指示引脚, 低电平有效
7	RXD	输入	TTL 串口输入, 连接到外部 TXD 输出引脚;
8	TXD	输出	TTL 串口输出, 连接到外部 RXD 输入引脚;
9	AUX	输出	用于指示模块网络状态, 低电平有效;
10	VCC	-	模块电源正参考, 电压范围: 2.3~5.5V DC
11	GND	-	模块地线
12	NRST	输入	模块复位引脚, 低电平复位
13	GND	-	模块地线
14	NC	-	空脚
15	NC	-	空脚
16	NC	输入	报警触发引脚, 低电平有效
17	NC	-	空脚
18	NC	-	空脚
19	GND	-	模块地线
20	GND	-	模块地线
21	ANT	-	天线
22	GND	-	模块地线

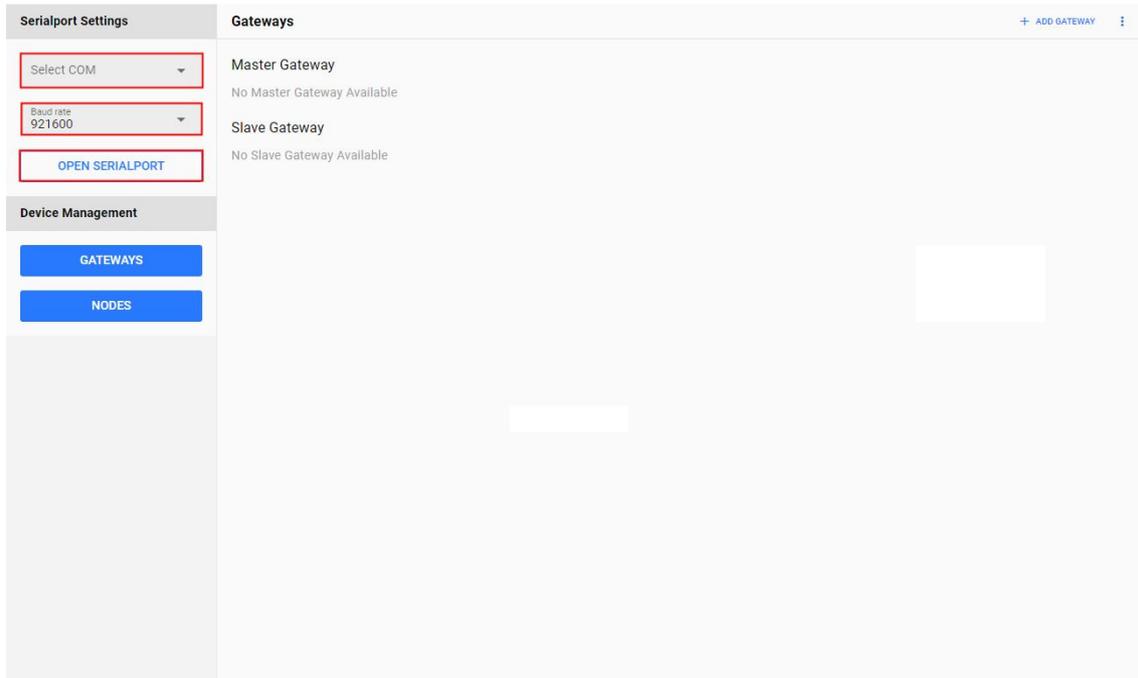
E53-470FMS22S 推荐接线图:



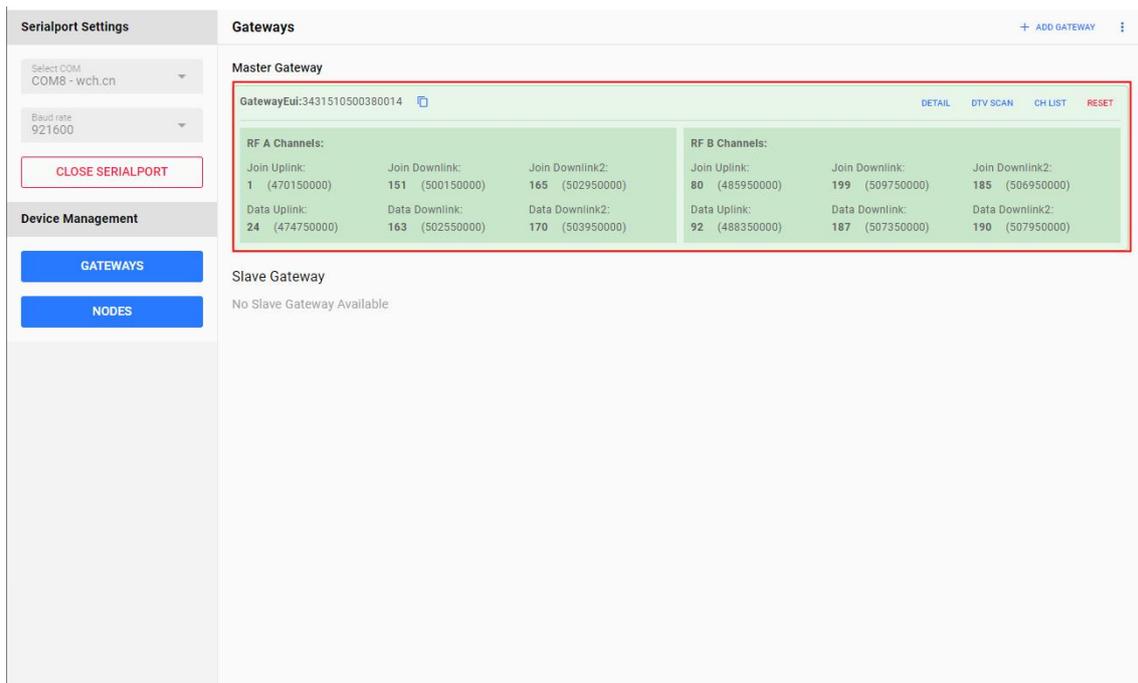
## 第五章 系统使用

### 5.1 GUI 启动

打开 GUI，主界面显示节点列表信息。左侧为串口连接和设备管理入口。



从左侧“Serialport Settings”选择当前连接的主网关的串口号，波特率为 921600bps。点击“OPEN SERIALPORT”打开串口。串口打开后，GUI 会自动查询当前主网关的信息，包含网络频谱信息，挂载的从网关信息等。



## 5.2 GUI 设备管理

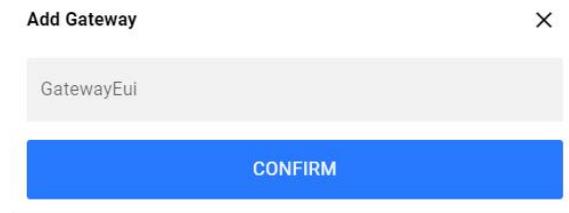
### 5.2.1 网关管理

点击左侧“GATEWAYS”按钮，GUI 将切换至网关管理界面。网关管理界面分为标题区、主网关区和从网关区。

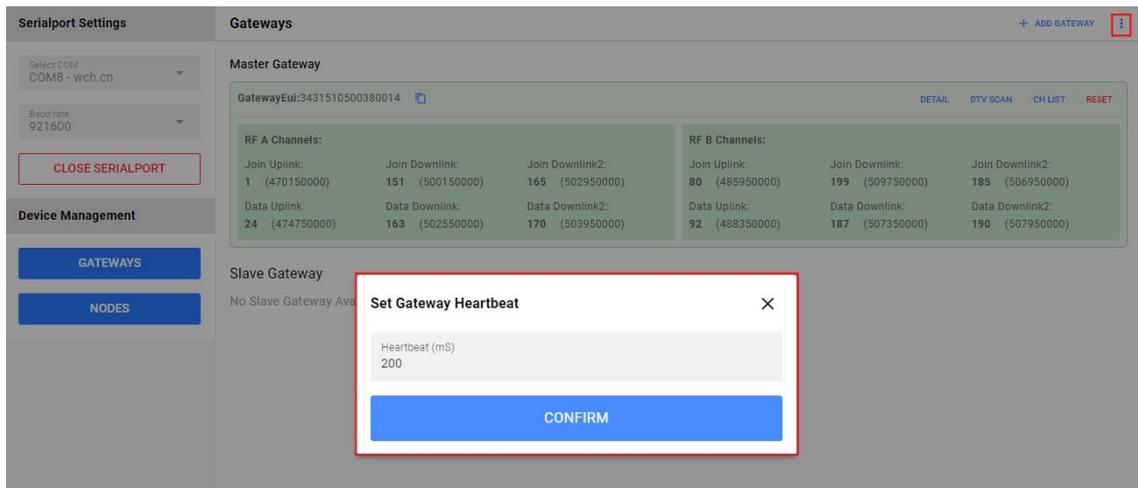


①标题区：标题区主要提供添加从网关、设置轮询心跳值、网关列表刷新、网关导入与导出等功能。

➢ 添加从网关：点击右侧“Add Gateway”，在弹窗输入从网关 GatewayEui，即可成功添加新网关。



➢ 设置轮询心跳值：点击右侧“...”，列表中选择“Set Heartbeat”，在弹窗输入数值，即可设置主网关轮询从网关信息的心跳值，单位：ms，范围：200~10000。



➢ 网关列表刷新：点击右侧“...”，列表中选择“Reset List”，则立即刷新从网关列表。

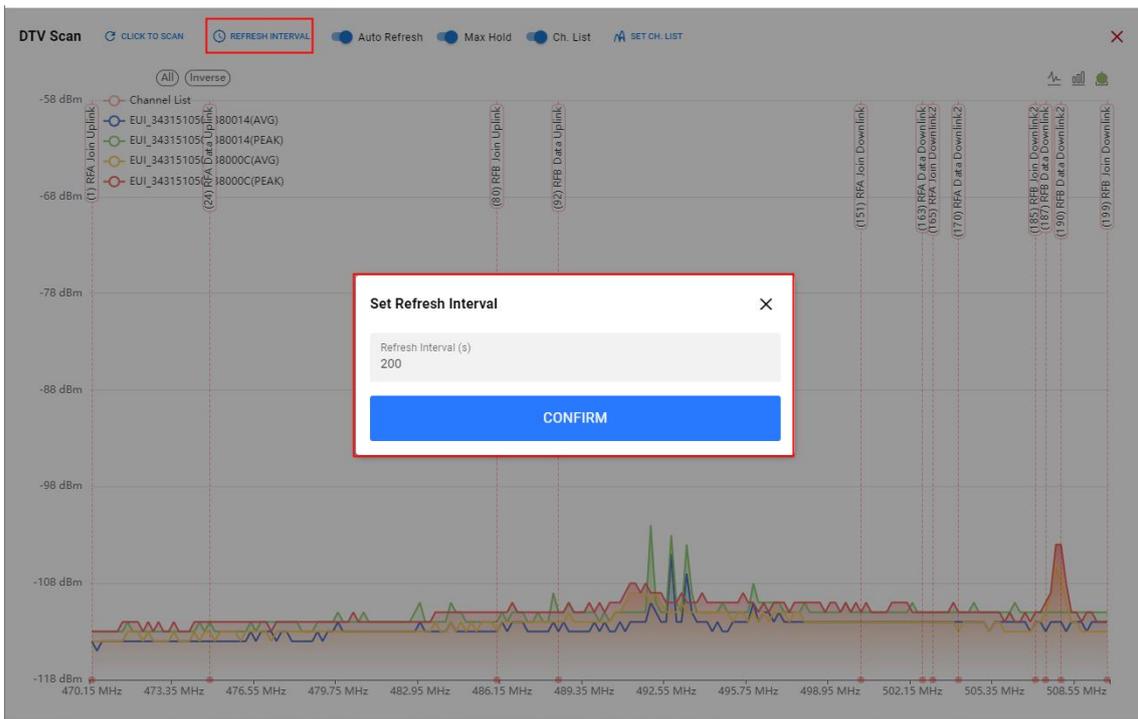
➢ 网关导入与导出：点击右侧“...”，功能列表选择“Export Gateways”或者“Import Gateways”，用于批量导入或导出从网关。

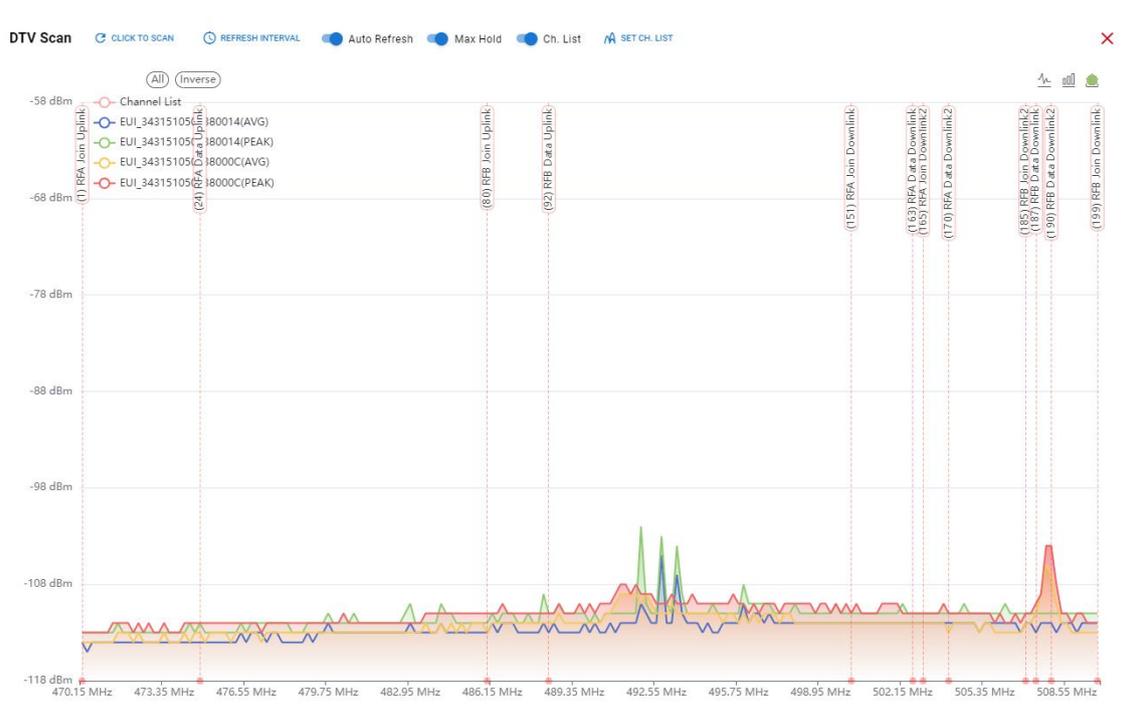
②主网关区：主网关区主要提供展示网关历史通信数据、DTV Scan 配置、Chlist 配置以及重启主网关等功能。

➤ 网关历史通信数据：点击“Detail”，能查看该主网关历史通信数据，日志包含时间、数据包类型、接收数据的网关 GwEui、设备 DevEui 等。

Time	Type	Gateway EUI	Device EUI	Device Addr	Fcnt Up	Fcnt Down	Freq	GW RSSI	GW Snr	tmst
2023-10-10 14:08:02.154	GWTX	3431510500380014		00000000		7	507350000			508286049 60000000
2023-10-10 14:08:01.558	GWRX	3431510500380014	2222222222222222	00000000	4		488350000	-86	11	507286049 80000000000004000130'
2023-10-10 14:08:00.607	GWTX	3431510500380014		00000000		5	502550000			506726531 60000000
2023-10-10 14:07:59.996	GWRX	3431510500380014	2222222222222222	00000000	3		474750000	-97	3	505726531 8000000000000030001
2023-10-10 14:06:42.781	GWTX	3431510500380014		00000000		2	507350000			428918342 60000000000A0020001FE47
2023-10-10 14:06:42.182	GWRX	3431510500380014	2222222222222222	00000000	1		488350000	-96	5	427918342 8000000000000100011B
2023-10-10 14:05:58.895	GWTX	3431510500380014		00000000		0	509750000			385036336 20DE0D57FAEDD20BBA
2023-10-10 14:05:54.300	GWJOIN	3431510500380014	2222222222222222		0	0	485950000	-93	7	380036336 00222222222222222222222222222222

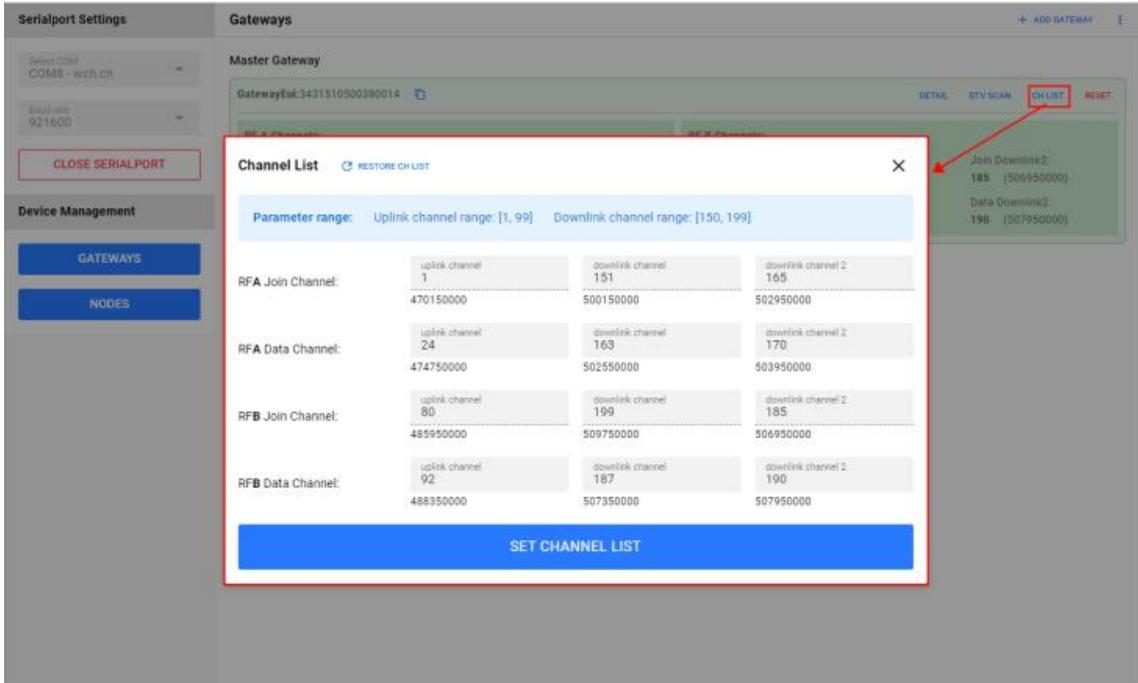
➤ DTV Scan 配置：点击“DTV Scan”，将弹出 DTV Scan 配置界面，该界面功能包含如下：配置 DTV 周期





- 手动触发 DTV Scan: 点击“CLICK TO SCAN”，包含手动触发一次 DTV Scan，当所有网关完成 DTV 扫描后，结果将以图例的形式展现，用户配置展示方式为折线图或者柱状图，并且支持截图保存。
- 周期性 DTV Scan: GUI 默认关闭周期性 DTV SCAN。若需开启，则勾选“Auto Refresh”，点击“REFRESH INTERNAL”，在弹窗输入周期值；若需关闭该功能，则关闭勾选“Auto Refresh”。
- 最大值保持: 勾选“Max Hold”，则 DTV Scan 每个信道最大值会一直保留。
- Chlist 配置: 勾选“Ch. List”，用户能清晰看到当前网关 JOIN 和 DATA 信道，结合 DTV SCAN 扫描结果，用户可快速判断当前网关信道是否被干扰。
- 若当前信道存在干扰，用户可拖拽信道线起始圆圈至合适信道，再点击“SET CH. LIST” -> “SET CHANNEL LIST”快速修改网关信道值（JOIN 上行信道不支持修改）；
- 或者点击“SET CH. LIST”进入 Chlist 配置界面，手动输入信道值，再点击“SET CHANNEL LIST”进行修改；
- 若用户想取消本次操作，在 Chlist 配置界面，点击“RESTORE CHLIST”即可取消本次操作（已点击“SET CHANNEL LIST”后该操作无效）。

**注: 全网 Chlist 修改期间, 无法再次触发。**

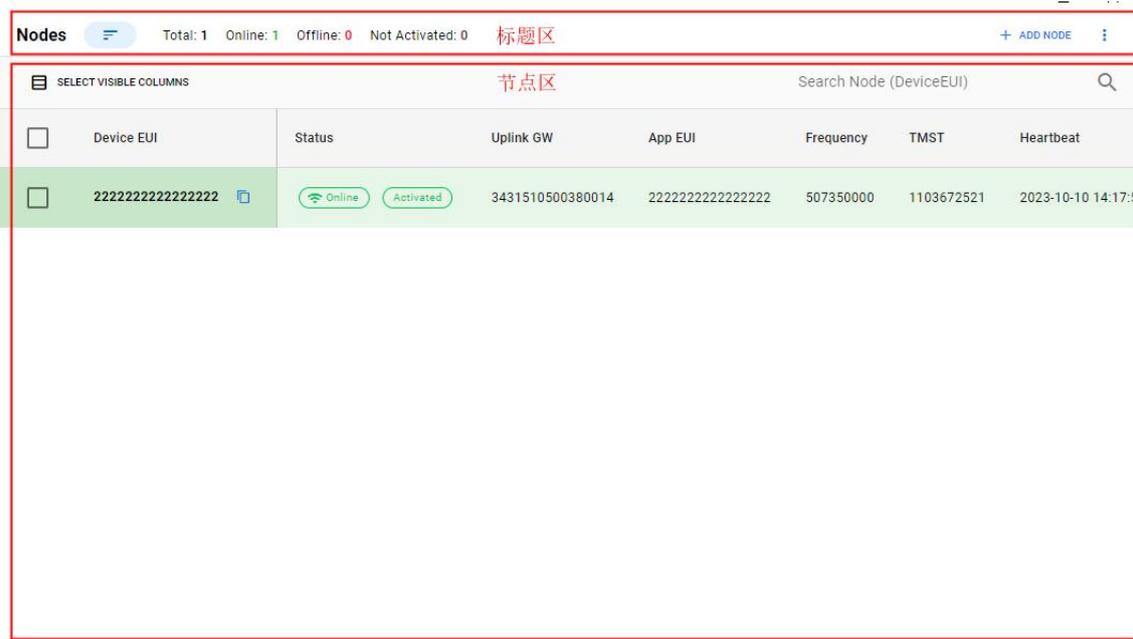


- 设置 Chlist: 参考“DTV Scan 配置-Chlist 配置”说明。
  - 重启主网关: 点击“Reset”，立即重启主网关。
- ②从网关区: 从网关区主要提供展示从网关的网络状态、主从网关间的实时通信日志、删除从网关等功能。



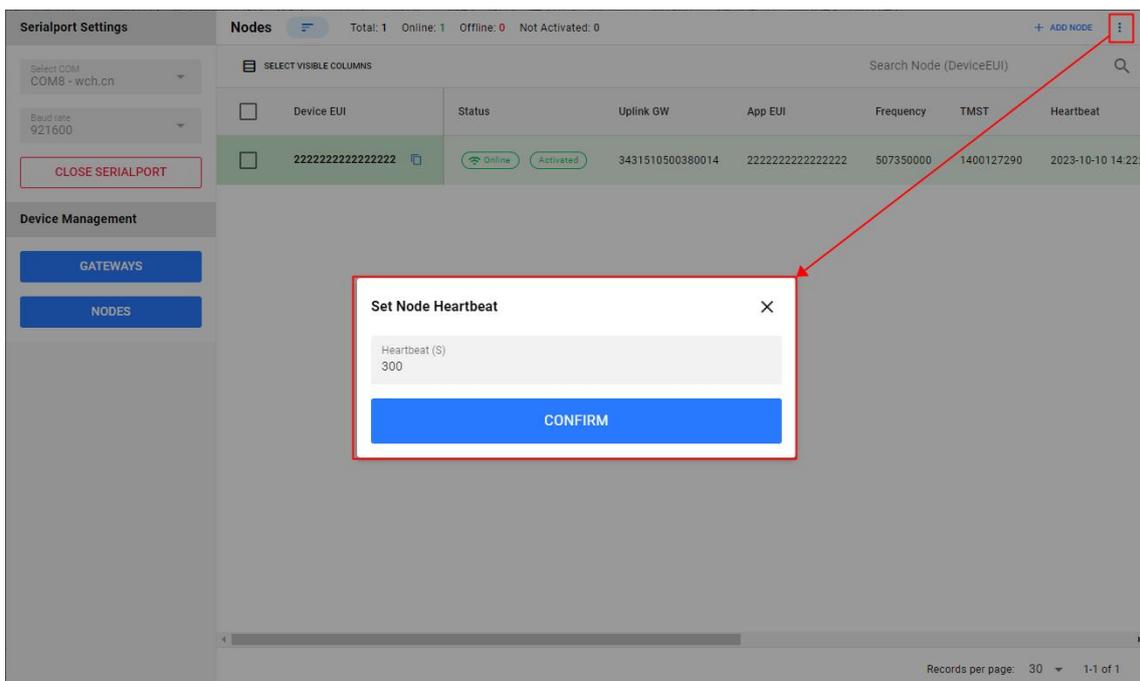
### 5.3 GUI 节点状态管理

点击左侧“NODES”按钮，GUI 将切换至节点管理界面并向用户提供操作接口。节点管理界面分为标题区和节点区。



①标题区：标题区主要提供节点排序配置、节点状态汇总、添加节点、恢复警报、关闭警报、数据上报心跳值配置、节点列表刷新、节点导入和导出等功能。

- 节点排序配置：点击“Enable Sorting”按钮，使能节点排序功能，GUI 将根据节点激活状态和网络状态进行排序；再次点击“Disable Sorting”按钮，关闭节点排序功能。
- 节点状态汇总：标题区将实时展示当前所有节点的激活状态和网络状态。
- 添加节点：点击右侧“Add Node”，在弹窗输入节点三元组，即可成功添加新节点。
- 恢复警报：点击右侧“...”，功能列表选择“Restore alarm beep”，详细说明参考“节点通信”。
- 关闭警报：点击右侧“...”，功能列表选择“Automatic Shut-off alarm beep”，详细说明参考“节点通信”。
- 数据上报心跳值配置：点击右侧“...”，功能列表选择“Set Heartbeat”，在弹窗输入数值，即可设置节点数据上报心跳值，单位：s，范围：大于等于 20。

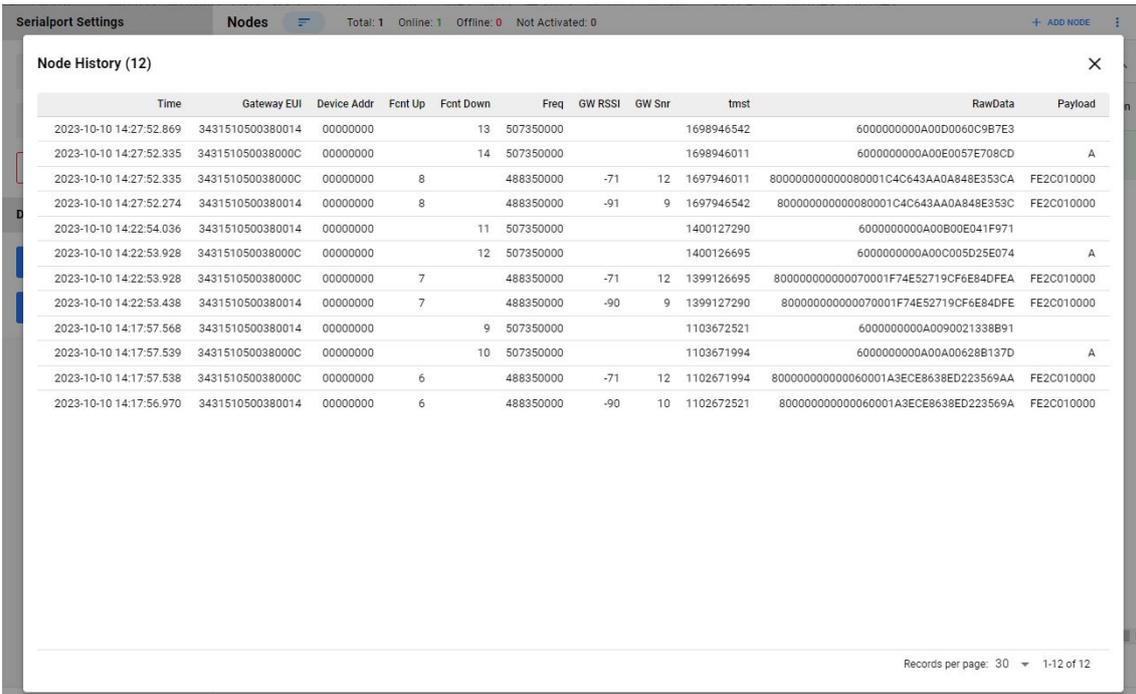


- 节点列表刷新：点击右侧“...”，功能列表选择“Reset List”，则立即刷新从节点列表。

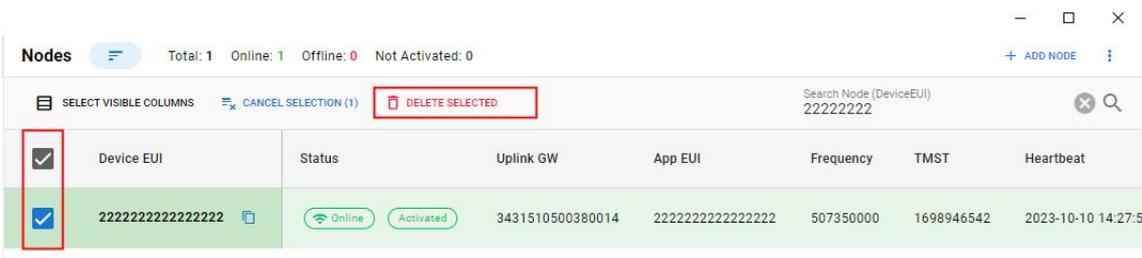
- 节点导入与导出：点击右侧“...”，功能列表选择“Export Nodes”或者“Import Nodes”，用于批量导入或导出节点。
- ②节点区：主要提供节点搜索、节点历史通信数据展示、节点删除等功能。
- 节点搜索：在节点区输入节点 DevEui 部分值或者完整值，可快速搜索匹配的节点。



- 节点历史通信数据展示：点击“Detail”，能查看该节点历史通信数据，日志包含时间、网关 gwEui、节点 Deveui Addr、Fcmt 等。



- 删除节点：点击“Delete”，可单个删除节点，或者勾选多个节点，进行批量删除。



- ③节点状态：如果网关为新网关，未存储任何节点信息，则列表为空。点击右上角“Add Node”添加新设备。  
GUI 启动后，所有已注册的节点都以灰色信息框显示。节点状态为“Not Activated”和“Offline”表示系统连接后，节点还未进行任何通信，设备处于未激活状态。  
节点发送入网或数据帧时，节点状态显示为在线，状态标注为“Activated”和“Online”。  
当设备超过一定时间没有上行数据包时，状态显示为离线。目前若设备连续 3 个心跳周期未收到上行数据，则判定为设备离线，并刷新节点状态。

## 5.4 GUI 节点通信

节点上行消息有 Heartbeat 、 Alarm 、 自定义数据上报三种消息类型。

### 5.4.1 心跳消息

Heartbeat 即心跳消息，节点根据心跳周期设置，周期性唤醒并发送心跳帧。可通过点击 GUI 右上角“更多”按钮下拉菜单，选择“Set Heartbeat”进行配置。

心跳周期单位 s，最小周期为 20s（心跳周期随机范围最大值），最大周期 2592000S。节点实际心跳周期计算公式：

$$\text{heartbeat\_period} = \text{heartbeat\_period\_baisc} + \text{heartbeat\_period\_random}$$

其中：

$$\text{heartbeat\_period\_random} = \text{rand}(0, 20) \text{ s}$$

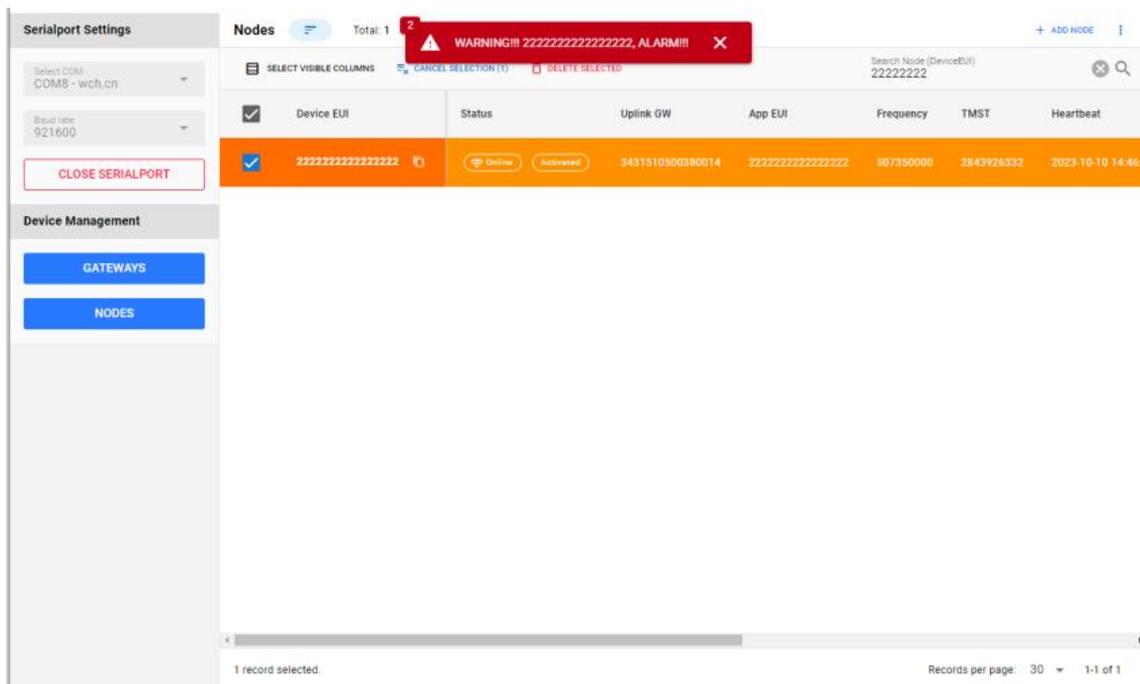
因此，若配置心跳周期为 60s，即最大心跳周期为 60s，实际周期为：

$$\text{heartbeat\_period} = 40\text{s} + \text{rand}(0, 20) \text{ s}$$

### 5.4.2 报警消息

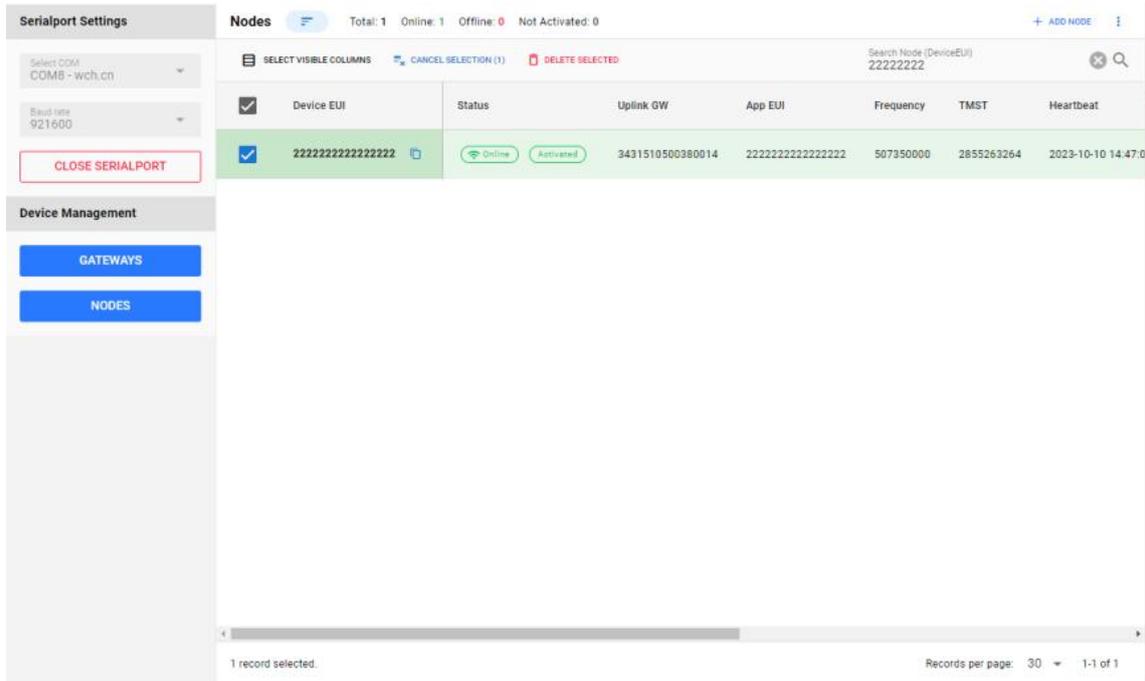
#### ①报警信号产生：

通过节点触发按键，模拟产生火灾信号，节点会立即唤醒并周期性上报报警信息，并通过蜂鸣器发出报警音。GUI 收到报警信号时，对应节点会显示报警信息。



#### ②报警信号消除：

节点处于报警状态时，再次单击按键，模拟火灾信号消失，节点关闭蜂鸣器报警音，并回到心跳状态。GUI 收到心跳数据，认为报警消失，清除报警提示。



③远程关闭报警提示音：（节点暂时不支持远程关闭）

GUI 有两条关于报警的指令，Restore alarm beep 和 Automatic Shut-off alarm beep。

Automatic Shut-off alarm beep: 远程关闭报警提示音功能。指令有效期默认为 300s，可自定义。网关收到该指令，会开启一个 N 秒的关闭报警定时器，在这个定时器范围内收到报警帧，都会下发关闭报警提示音指令，远程关闭节点报警音。

**注：**节点仅关闭报警音，但报警信号仍然存在，还会继续发送报警帧。节点报警信号需要通过按键手动清除。

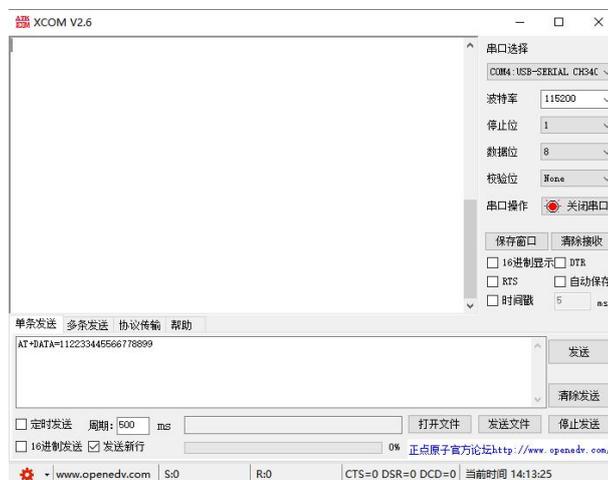
Restore alarm beep: 复位 Shutdown Alarm 状态。Shutdown Alarm 状态下，任何节点的报警音都会被网关关闭。Restore Alarm，是对该状态进行复位。复位后，有新设备产生报警会正常发出报警音。

### 5.4.3 自定义数据消息

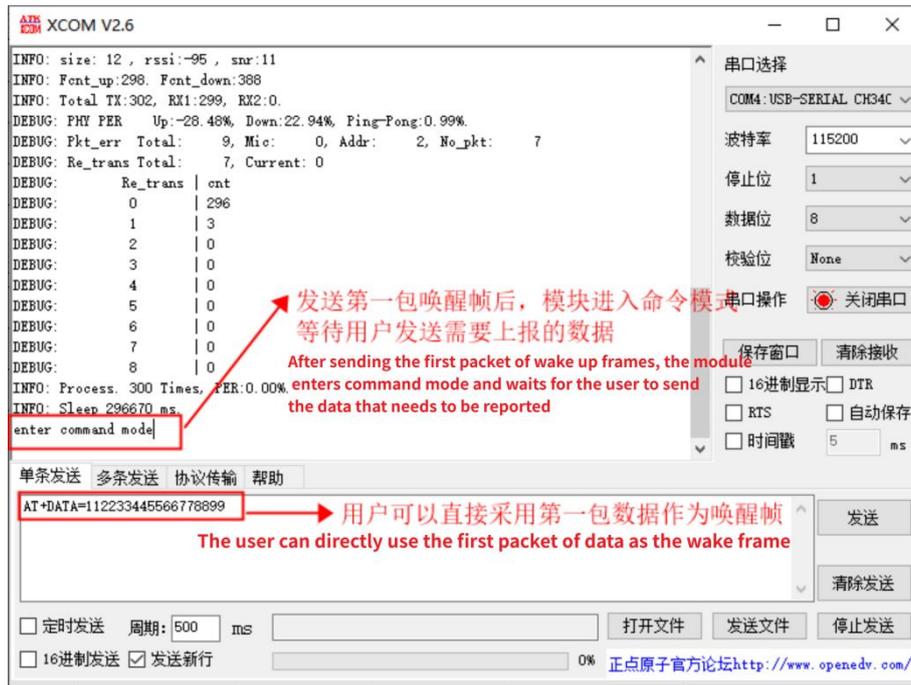
①节点发送消息（请确保节点已经入网成功）

节点通过指令形式进行自定义数据上报，下面将对其进行上报信息实例展示：

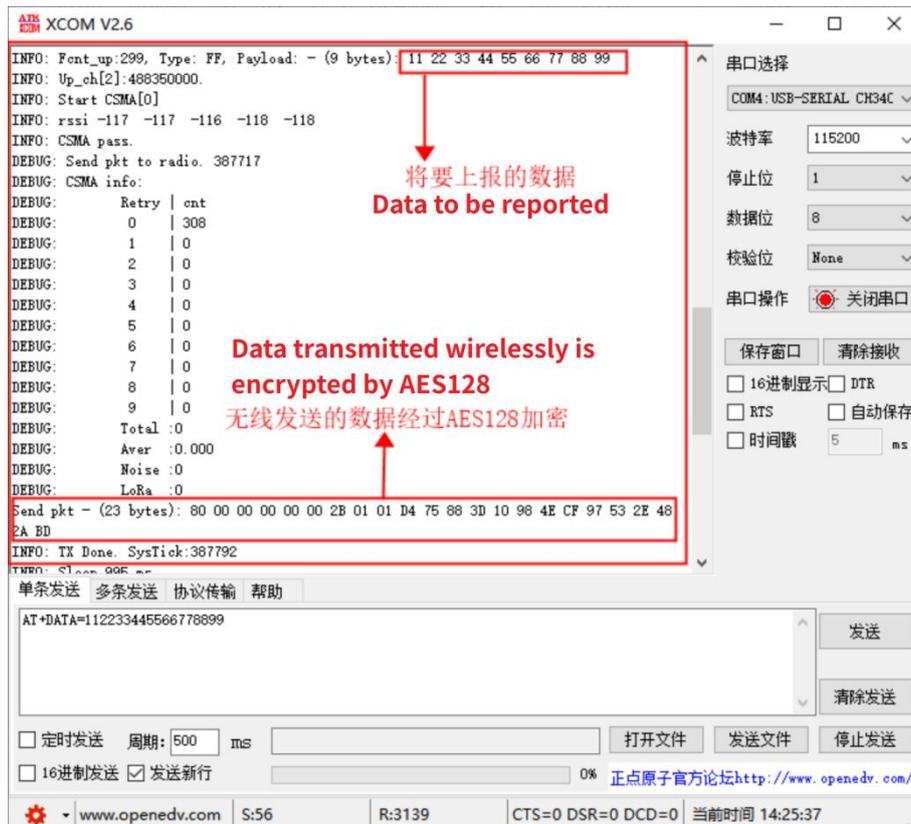
1、把节点串口通过 TTL 连接至 PC，打开串口调试工具；



2、发送指令“AT+DATA=112233445566778899”，因为节点除主动上报信息外，其他时间均处于低功耗状态，所以我们在发送数据前需要通过串口发送一包数据作为唤醒帧，然后再进行真实数据传输；



3、发送唤醒帧后，模块进入命令模式后，用户再通过指令“AT+DATA=112233445566778899”进行上报数据。



自定义数据上报逻辑：

一、指令需要以回车换行结尾；

二、串口指令发送完成后，节点将自动退出指令模式，立即去把数据通过无线上报给网关，然后节点自动进入休眠，延时等待网关的应答数据（若未收到网关应答，节点将会自动采取重发机制）；

三、网关接收到节点上报数据后，延时应答节点；

四、节点收到网关应答后，重新进入休眠按照设定的心跳周期进行周期上报心跳包数据。

4、通过网关 GUI 节点历史交互数据可以看到，我们收到了来自节点上报的数据“112233445566778899”，前面 FF 是作为报警数据协议头。注意，我们节点上报自定义数据采用与报警同样协议头，所以理论上可以直接使用自定义数据进行模拟报警信号，但是不建议用户这样使用，应避免报警与自定义数据内容重合。最大单包传输 20 字节（具体请看指令描述）。

Time	Gateway EUI	Device Addr	Font Up	Font Down	Freq	GW RSSI	GW Snr	Inst	RawData	Payload
2023-10-11 14:29:23.014	3431510500380014	00000000		390	502550000			2290951349	6000000000A08601F39137A1	
2023-10-11 14:29:22.418	3431510500380014	00000000	300		474750000	-94	6	2289951349	80000000000202D01D18836504803F42B843	FE2C010000
2023-10-11 14:24:26.455	3431510500380014	00000000		389	507350000			1994406677	6000000000A08501F03ACC4D	
	3431510500380014	00000000	299		488350000	-85	12	1993406677	80000000000202B01D475683D10984EC9F97532E482ABD	FF112233445566778899
2023-10-11 14:15:45.568	3431510500380014	00000000		388	502550000			1473543578	6000000000A08401CE55C29C	
2023-10-11 14:15:44.970	3431510500380014	00000000	298		474750000	-94	6	1472543578	80000000000202A01014E9305165A355E8E48	FE2C010000
2023-10-11 14:10:47.518	3431510500380014	00000000		387	507350000			1175509113	6000000000A08301BF5D7644	
	3431510500380014	00000000	297		488350000	-85	11	1174509113	80000000000290101919D0896602D79EDDFD14C9C0C	FF112233445566778899
2023-10-11 14:06:08.675	3431510500380014	00000000		386	507350000			896678328	6000000000A082018E7449CC	
2023-10-11 14:06:08.078	3431510500380014	00000000	296		488350000	-85	11	895678328	800000000002020101F4287249111A513AD0	FE2C010000
2023-10-11 14:01:11.063	3431510500380014	00000000		385	502550000			599077703	6000000000A08101E9FA92FB	A
2023-10-11 14:01:10.462	3431510500380014	00000000	295		474750000	-93	7	598077703	8000000000020201015C15C140364F0292AC	FE2C010000
2023-10-11 13:56:11.790	3431510500380014	00000000		384	507350000			299622722	6000000000A08001677C751E	
2023-10-11 13:56:11.199	3431510500380014	00000000	294		488350000	-85	11	298822722	8000000000020201015EE960BF06DCE0C085	FE2C010000
2023-10-11 13:51:15.932	3431510500380014	00000000		383	502550000			9975923	6000000000A07901AC0D44BA	
2023-10-11 13:51:15.932	3431510500380014	00000000	293		474750000	-94	6	2975923	800000000002020101C3A76E10578BA139F6	FE2C010000
2023-10-11 13:51:12.285	343151050038000C	00000000		382	507350000			322650	6000000000A07E01F9A870C1	A
2023-10-11 13:51:12.285	343151050038000C	00000000	293		488350000	-76	12	4294289946	800000000002020101C3A76E10578BA139F6A	FE2C010000
2023-10-11 13:51:11.678	3431510500380014	00000000	293		488350000	-85	11	4294290478	800000000002020101C3A76E10578BA139F6	FE2C010000
2023-10-11 13:46:13.865	3431510500380014	00000000		380	502550000			3996876071	6000000000A07C01FE44AC30	A
2023-10-11 13:46:13.250	3431510500380014	00000000	292		474750000	-93	7	3995876071	800000000002024010173F2C8F19183948808	FE2C010000
2023-10-11 13:41:17.767	3431510500380014	00000000		378	507350000			3700810305	6000000000A0770167CE89F2	
2023-10-11 13:41:17.490	343151050038000C	00000000		379	507350000			3700809772	6000000000A07801851ED58C	A
2023-10-11 13:41:17.490	343151050038000C	00000000	291		488350000	-75	12	3699809772	8000000000020301015969271956E6377430A	FE2C010000
2023-10-11 13:41:17.170	3431510500380014	00000000	291		488350000	-84	11	3699810305	8000000000020301015969271956E6377430	FE2C010000
2023-10-11 13:36:19.454	343151050038000C	00000000		377	507350000			3403101211	6000000000A0790159751582	A
2023-10-11 13:36:19.454	343151050038000C	00000000	290		488350000	-75	11	3402101211	80000000000220101299042C98E7C08B8328A	FE2C010000
2023-10-11 13:31:21.776	3431510500380014	00000000		376	502550000			3104848594	6000000000A078015E46B64B	

## 第六章 网关功能详解

### 6.1 功能列表

序号	功能
1	配置系统参数（主从网关参数、网络参数）
2	节点管理（注册，查询，删除）
3	从网关管理（注册，查询，删除）
4	节点通信（心跳、报警、自定义数据，修改心跳周期，修改频率）
5	主从网关通信（心跳，射频数据收发，DTV 扫描，频率切换）
6	主网关与 GUI 通信
7	DTV 信号扫描
8	全网频率切换
9	报警器应用（演示功能）
10	数据存储
11	通信加密
12	串口数据收发
13	射频驱动与频率切换

### 6.2 功能模块

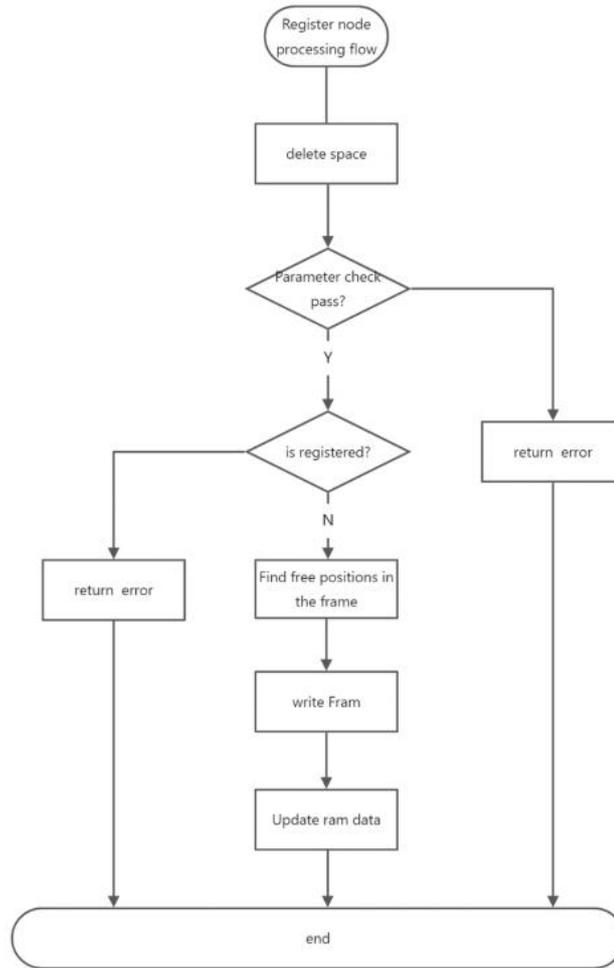
参数	属性	备注
GwEui	可配置	网关 EUI
MasterSlave	可配置	网关主从属性
Chlist	可配置	网络频谱列表（支持 DATA UP/DOWN）
LoRaMAC	可配置	同步字配置
Workmode	可配置	工作模式

### 6.3 节点管理

#### 6.3.1 注册节点

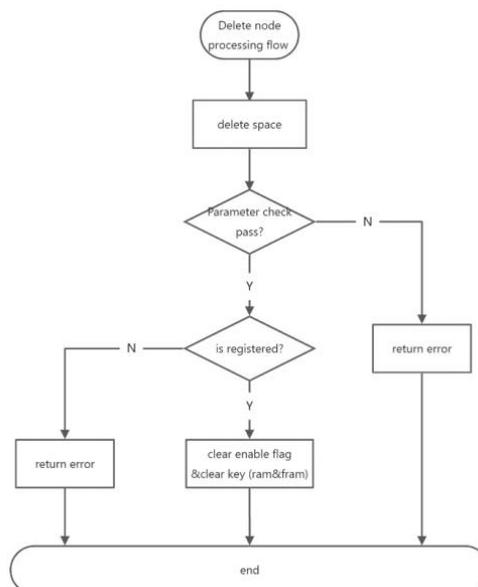
注册节点时参数有 DevEui、AppEui、AppKey。注册节点时网关会判断节点 DevEui 是否重复，重复的节点不能再次注册。网关把通过校验的节点信息写入外部存储器，同时更新 RAM 中节点的信息。

节点管理功能包含：注册节点、删除节点、查询节点。



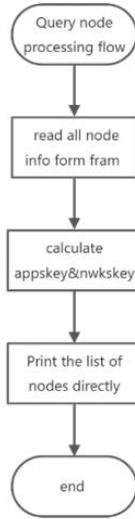
### 6.3.2 删除节点

网关删除节点是把节点的属性中的 enable 属性改掉。网关检索要删除的节点的 DevEui 是否存在，不存在的节点直接返回 ERROR。



### 6.3.3 查询节点

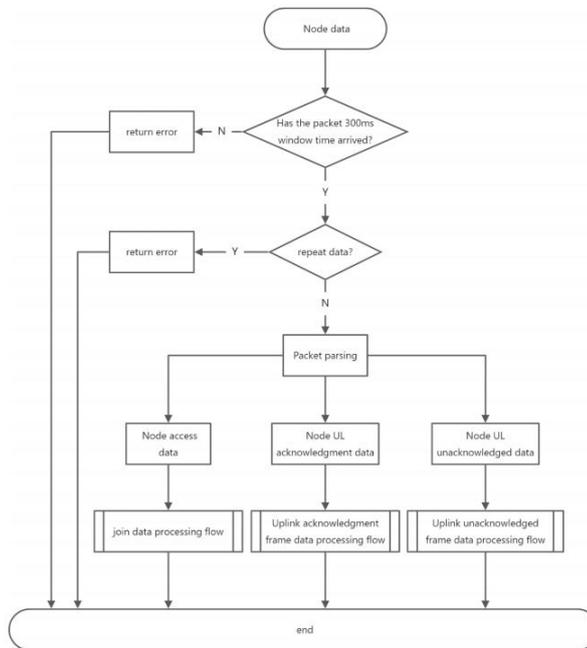
查询节点是将已经注册的节点属性信息输出。网关读取外部存储器中的节点信息，通过串口把读取到的数据输出。



### 6.4 从网关管理

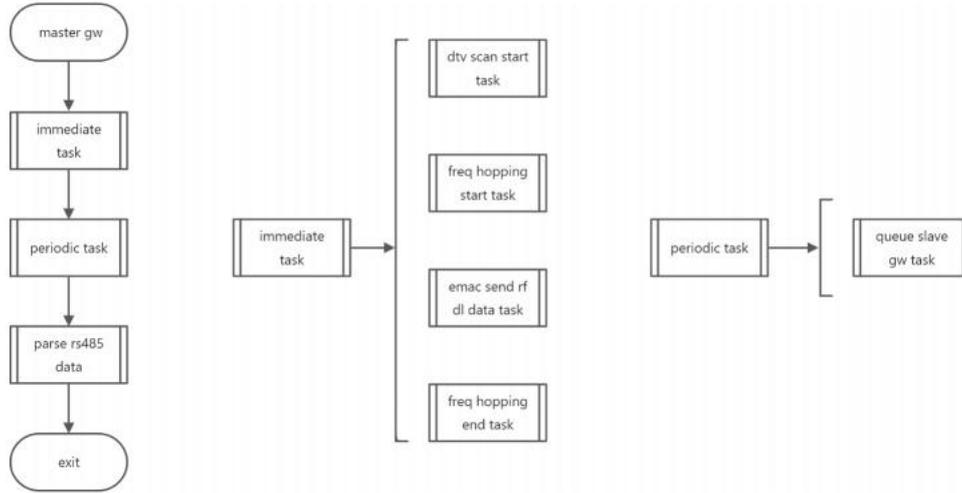
从网关管理包含：注册从网关、删除从网关、查询从网关。操作流程与节点的操作流程类似，不再重复。

节点的上行数据包含：入网数据，确认帧上行数据，非确认帧上行数据。为了数据包去重和下行路径优化，MAC 为节点的每条数据开启 300ms 的时间窗口，300ms 时间到了之后才去处理。数据通信流程如下：

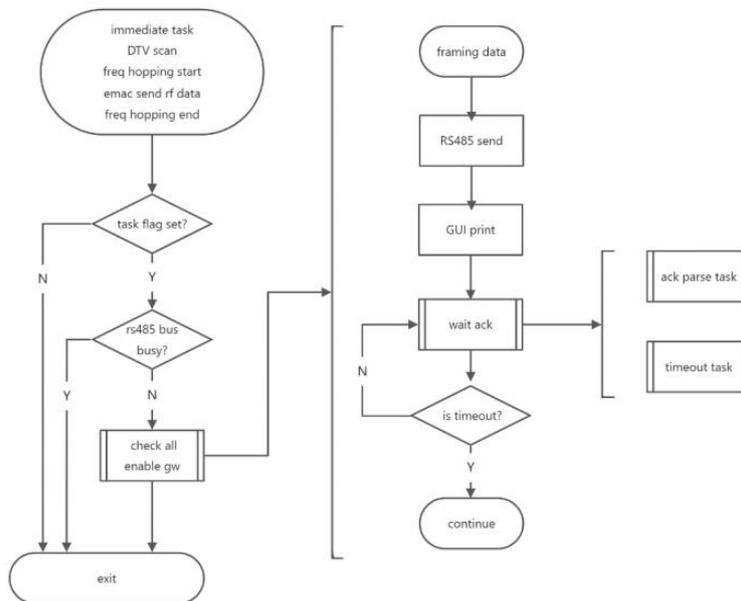


## 6.5 主从网关通信

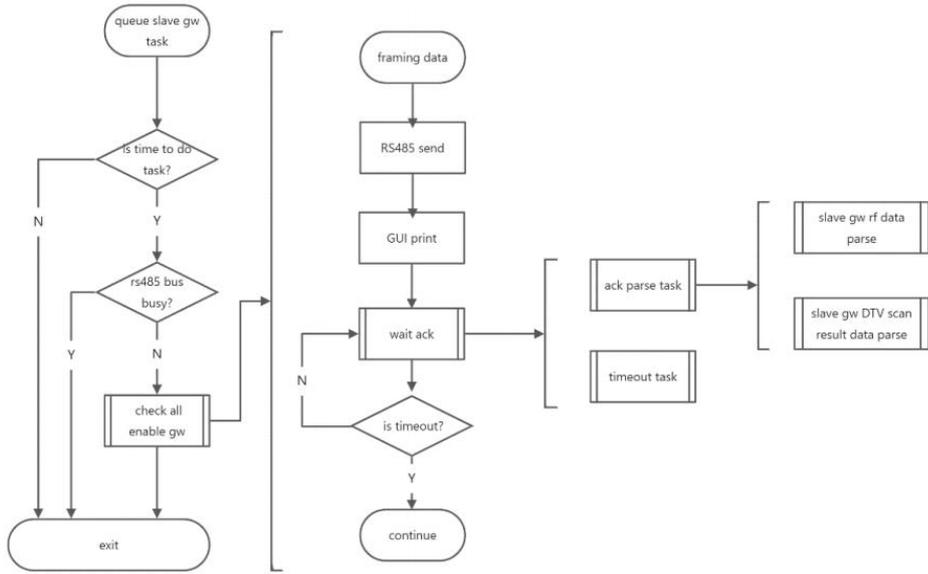
RS485 主从网关通信包含立即执行任务、周期执行任务、数据解析任务。总体框图如下：



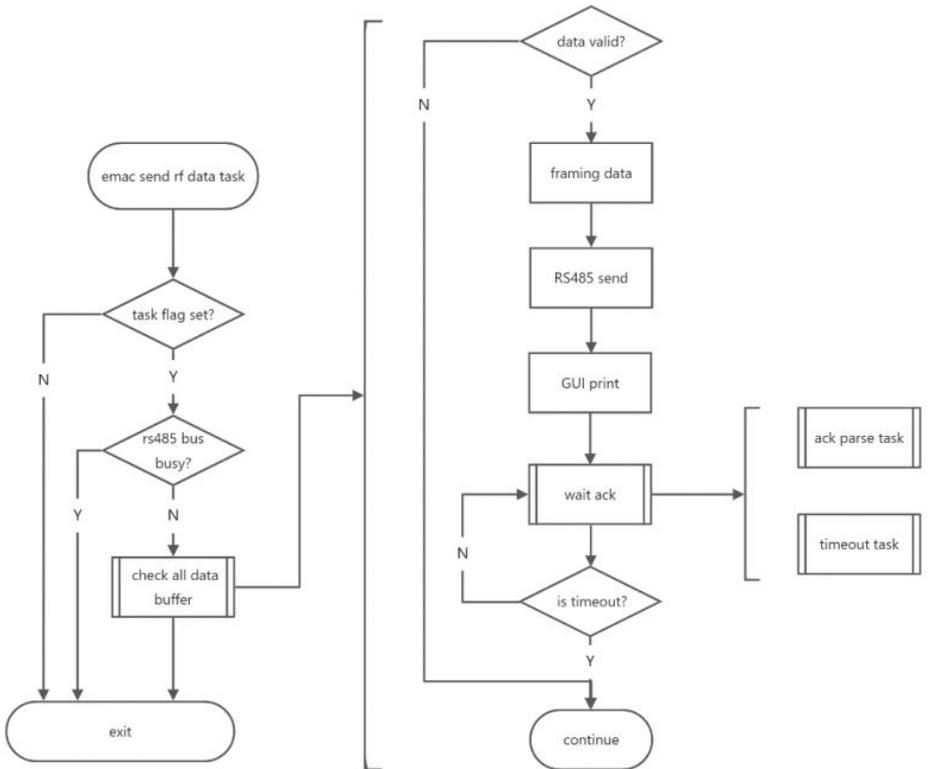
DTV 扫描、频率切换开始、EMAC 发送射频数据、频率切换结束任务需要立即执行，这些任务统称为立即任务。RS485 总线空闲即可发送。主网关需要将所有任务数据发到所有从网关，直到收到应答或者超时。



主网关周期性轮询从网关，轮询数据中包含了时间同步功能，从网关根据已经缓存的轮询应答任务回复主网关。轮询数据发出之后主网关开启一个计时器，超时之前收到应答数据则标记任务完成，超时仍未收到应答数据则为任务失败。



主网关会选择射频信号较好的网关下发射频下行数据，所有从网关下发数据在一个数据缓存池中。在获取到 RS485 的使用权时，主网关依次将 EMAC 下行数据缓存中的下行数据发给各个目标网关。主网关在下发 EMAC 下行射频数据的时候会开启超时计时器。



## 6.6 网关通信协议

### 6.6.1 主从网关通信协议

主网关通过 RS485 接口或者调试串口与 GUI 之间通信。通信采用 ASCII 格式。通信数据开头采用”AT”与网关 AT 指令协议兼容。

标识符	功能	备注	子功能
AT+GWRXJOIN	EMAC 成功接收节点 join 数据	节点的入网数据	无
AT+GWRX	EMAC 接收到射频数据	主网关和从网关接收到的射频数据	心跳
			请求频率列表
			报警
AT+GWTX	EMAC 发送射频数据	主网关和从网关发送的射频数据	心跳应答
			修改心跳周期
			下发频率列表
			复位报警
AT+GW485TX	主网关通过 RS485 发数据给从网关	主网关发给从网关的数据	周期轮询(时间同步)
			下发射频数据
			下发 DTV 扫描
			下发开始频率切换
			下发结束频率切换
AT+GW485RX	主网关接收到从网关通过 RS485 回复的数据	主网关收到的从网关被动响应数据, 从网关不会主动发数据	轮询应答(时间同步)
			从网关应答下发射频数据
			从网关应答 DTV 扫描指令
			从网关应答 DTV 扫描结果
			从网关应答开始频率切换
AT+GWDTV	网关完成 DTV 扫描数据	主从网关的 DTV 扫描数据	从网关应答结束频率切换
			无

- 1、网关射频发送频率范围：**500-510MHz**；
- 2、网关射频接收频率范围：**470-490MHz**；
- 3、**490M-500MHz** 之间的信道，网关硬件不支持接收，应避免将接收设置在此频率范围；
- 4、支持用户修改除规范中固定的 JOIN 接收信道外，其余信道均支持修改。

网关通信协议中功能码如下：

主网关			从网关		
CID	功能	备注	CID	功能	备注
0x81	主网关轮询从网关		0x01	从网关应答	

<b>0x93</b>	主网关下发从网关发送射频数据			<b>0x03</b>	从网关响应主网关下发的射频数据指令	
<b>0x94</b>	主网关下发进行 DTV 扫描命令			<b>0x04</b>	从网关响应主网关下发的 DTV 扫描指令	
<b>0x95</b>	主网关下发开始频率切换命令			<b>0x05</b>	从网关响应主网关下发的开始频率切换指令	
<b>0x96</b>	主网关下发频率切换结束命令			<b>0x06</b>	从网关响应主网关下发的结束频率切换指令	

## 第七章 节点功能详解

### 7.1 功能概述

FMS (Facilities Monitoring System) 系统中节点的软件设计, 包含系统总体设计和关键子系统详细设计。可实现用户消息有报警、心跳和服务消息三种消息类型。

模块应用: 本产品主要作为检测各种报警信号使用。工作逻辑为当外部检测到报警信号时, 用户主动为模块报警引脚输入一个低电平信号。因为模块大多数都处于低功耗休眠状态, 当外部给模块报警检测引脚输入电平后将唤醒模块去立即发送报警数据。如果警报检测引脚输入电平一直为低, 模块会一直不固定周期的发送报警数据, 直到该引脚输入高电平, 模块立即发送心跳包数据帧到网关, 表明是取消报警信号。

### 7.2 用户消息帧

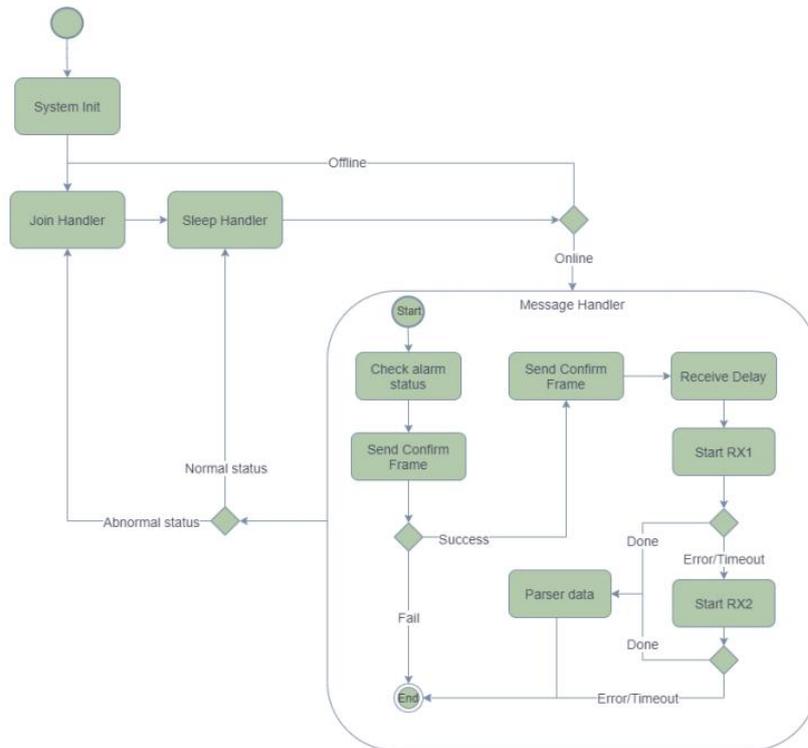
MsgType			MsgPayload								
Type	Value	Len	Value				Len				
Alarm	0xFF	1	1	2	3		3				
			0x00	0x00	0x00						
Heartbeat	0xFE	1	1	2	3	4	3				
			Current period in second, Little-Endian								
Service message	0xFD	1	Type	payload				2-13			
				0	1	2	3		4	5	6
			0x00	Join1 _UL	Join1 _DL1	Join1 _DL2	Data1 _UL		Data1 _DL1	Data1 _DL2	
			Frequency change								
				7	8	9	10		11	12	
				Join2_ UL	Join2_ DL1	Join2_ DL2	Data2_ UL		Data2_ DL1	Data2_ _DL2	
			Heartbeat period	0	1	2	3		4		
				0x01	Period in second, Little-Endian						
			Alarm control	0		1					
				0x02		0x00: Alarm off 0x01: Alarm on					

**注意：节点在无线数据空中传输过程中采用 AES128 进行数据加密。**

### 7.3 节点系统框图

设备上电后，会自动完成初始化并入网，之后开始心跳或警报。节点系统框图如下。

注意：节点上电 System Init 过程中，会对 Device Eui 进行读取，该参数存放到 Flash 0xFC00 地址开始，共 8 个字节。如果读取 Device Eui 为 8 个 0xFF，模块将自动获取芯片的唯一 UID 中的 8 个字节来作为 Device Eui。



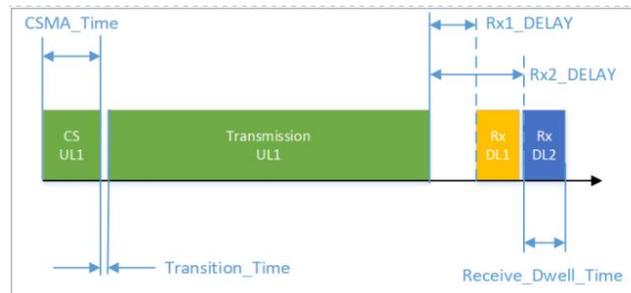
节点入网机制：

1. 节点上电初始化完成后，自动随机延时发起入网请求帧；
2. 网关收到入网请求帧数据，确认节点是否已经被注册到网关，网关只会允许已注册节点加入网络；
3. 节点收到网关应答入网请求，开始同步时钟、频点信息、入网状态；
4. 最后进入心跳包时间同步，入网过程全部完成，节点按照心跳包周期自动唤醒上报心跳包数据。

## 7.4 消息时序及功能

CSMA\_Time 为执行信道的载波侦听，在信道被占用时根据需要进行退避，并在延迟后重试，直到达到最大尝试次数。

节点支持的服务消息类型包括频率列表、心跳周期和报警开关等。需要注意的是，报警开关只对报警声进行操作，不会影响节点上报告警信息。心跳周期单位为秒，可配置最小值为 20s（心跳周期的随机值范围：通过网关进行配置）。



## 7.5 节点默认频点

分组	名称	频点
JOIN GROUP 1 (不可配置)	JOIN_1_TX1_FREQ	470150000
	JOIN_1_RX1_FREQ	500150000
	JOIN_1_RX2_FREQ	502950000
JOIN GROUP 2 (不可配置)	JOIN_2_TX1_FREQ	485950000
	JOIN_2_RX1_FREQ	509750000
	JOIN_2_RX2_FREQ	506950000
DATA GROUP 1	DATA_1_TX1_FREQ	474750000
	DATA_1_RX1_FREQ	502550000
	DATA_1_RX2_FREQ	503950000
DATA GROUP 2	DATA_2_TX1_FREQ	488350000
	DATA_2_RX1_FREQ	507350000
	DATA_2_RX2_FREQ	507950000

节点正常工作频点范围：470~510MHz。用户可以通过网关（配合 DTV SCAN 功能）对节点进行整体频点偏移调整，从而避开环境噪声较大的信道，有效提升整个网络系统的稳定性。

## 7.5 节点固件升级

IAP ( In Application Programming) 即在线应用编程，本模块采用此方式对固件进行串口在线升级。同时本系列模块支持两种方式进入在线升级模式：上位机指令及 NETWORK 电平输入。

### ● 上位机指令升级

1、打开串口调试助手“XCOM V2.6.exe”

①发送“AT+IAP”先唤醒节点；

- ②模块反馈进入命令模式；
- ③再发送一次“AT+IAP”；
- ④模块反馈“AT+IAP=OK”；
- ⑤模块进入升级模式，等待固件传输。



2、打开官网配置上位机“RF\_Setting(E22-E9X(SL)) V3.1.exe”；

- ①选择串口号，打开串口；
- ②选择“打开文件”，选择固件路径；
- ③点击“开始下载”；
- ④点击“确定”，固件在线升级开始。



## 第八章 AT 指令

注意：每条 AT 指令均以回车换行（\r\n）结尾。

### 8.1 网关指令详解

序号	功能	指令	响应	描述
1	网关复位	AT+RESET	+RESET OK	复位指令，网关复位之后会输出网关软件版本信息，以及其他属性信息
2	设置 RFA 中心频率	AT+RFAFREQ=47015 0000	+RFAFREQ 470150000	设置调试模式下 RFA 的接收频率，参数单位 Hz，范围 [470, 510MHz]
3	查询 RFA 中心频率	AT+RFAFREQ?	+RFAFREQ 470150000 OK	查询 RFA 中心频率，返回值单位 Hz
4	设置 RFB 中心频率	AT+RFBFREQ=47015 0000	+RFBFREQ 470150000	设置调试模式下 RFB 的接收频率，参数单位 Hz，范围 [470, 510MHz]
5	查询 RFB 中心频率	AT+RFBFREQ?	+RFBFREQ 470150000 OK	查询 RFB 中心频率，返回值单位 Hz
6	设置 RFC 中心频率	AT+RFCFREQ=47015 0000	+RFCFREQ 470150000	设置调试模式下 RFC 的接收频率，参数单位 Hz，范围 [470, 510MHz]
7	查询 RFC 中心频率	AT+RFCFREQ?	+RFCFREQ 470150000 OK	查询 RFC 中心频率，返回值单位 Hz
8	查询软件版本	AT+VER?	+VER: App of smoke alarm gateway_v0.0.14_May 5 2022 09:11:39 OK	获取软件版本
9	设置网关 EUI	AT+GWEUI=0016C00 1FF18CBF9	+GWEUI 00 16 C0 01 FF 18 CB F9 OK	设置网关 EUI，网关 EUI16 位，数据格式 HEX，如果设置为全 0 则使用网关 MCU 芯片序列号作为网关 ID
10	查询网关 EUI	AT+GWEUI?	+GWEUI 00 16 C0 01 FF 18 CB F9 OK	获取网关 EUI，网关 EUI16 位，数据格式 HEX，如果设置为全 0 则使用网关 MCU 芯片序列号作为网关 ID
11	配置网关主从参	AT+MASTERSLAVE=0	+MASTERSLAVE	设置网关主从，0=从网关，1=

	数		0 OK	主网关
12	查询网关主从参数	AT+MASTERSLAVE?	+MASTERSLAVE 0 OK	查询网关主从, 0=从网关, 1=主网关
13	配置网关 LORAMAC 参数	AT+LORAMAC=1	+LORAMAC 1 OK	设置网关的 LORAMAC, 0=LORAMAC 关闭, 1=LORAMAC 打开
14	查询网关 LORAMAC 参数	AT+LORAMAC?	+LORAMAC 1 OK	查询网关的 LORAMAC, 0=LORAMAC 关闭, 1=LORAMAC 打开
15	配置网关接收模式	AT+RXMODE=0	+RXMODE 0 OK	设置接收模式, 0=正常接收, 1=灵敏度测试
16	查询网关接收模式	AT+RXMODE?	+RXMODE 0 OK	查询接收模式, 0=正常接收, 1=灵敏度测试
17	查询网关的 TMST	AT+TMST?	+TMST 439349342 OK	查询网关的 TMST, 网关内部 32 位时间戳, 单位 us
18	注册从网关	AT+REGISTERGW=0016C001FF18CBF6	正常返回: +REGISTERGW 00 16 C0 01 FF 18 CB F6 OK 异常返回: AT+REGISTERGW=0016C001FF18CBF6 +REGISTERGW ERROR EXIST	注册从网关 参数: 从网关的 EUI (网关 EUI 唯一)
19	查询已经注册的从网关	AT+DELETEGW=0016C001FF18CBF6	正常返回: +DELETEGW GWEui:00 16 C0 01 FF 18 CB F6 OK 异常返回: +DELETEGW ERROR NOT EXIST	删除网关, 参数需要删除的网关的 EUI 如果不存在则返回错误
20	注册节点	AT+REGISTERNODE=0011223344556672, 1122334444332211, 0011223344556677, 7766554433221100	正常返回: +REGISTERNODE DevEui:00 11 22 33 44 55 66 72 AppEui:11 22 33 44 44 33 22 11 AppKey:00 11 22 33 44 55 66 77 77 66 55 44 33 22 11 00 OK 异常返回: +REGISTERNODE	网关注册节点, 参数 1=DEVEUI, 参数 2=APPEUI, 参数 3=APPKEY DEVEUI 数据长度 16 位, 必须唯一, 数据格式 HEX APPEUI 数据长度 16 位, 数据格式 HEX APPKEY 数据长度 32 位, 数据格式 HEX

			ERROR EXIST	
21	查询已经注册的节点	AT+GETNODE?	+GETNODE Network Have 1 EndNodes DevEui:36 35 37 36 64 30 98 0A AppEui:36 35 37 36 64 30 98 0A AppKey:00 11 22 33 44 55 66 77 77 66 55 44 33 22 11 00 DevAddr:00 00 00 00 OK	查询注册节点 返回值节点的总数 各个节点的 DEVEUI、APPEUI、APPKEY、DEVADDR DEVEUI、APPEUI、APPKEY 是注册参数 DEVADDR 是节点入网之后的分配的地址，未入网过的节点的地址为全 0
22	删除已经注册的节点	AT+DELETENODE=363537366230920A	正常返回： +DELETENODE DevEui:36 35 37 36 62 30 92 0A OK 异常返回： +DELETENODE ERROR NOT EXIST	返回参数已经删除的节点的 DEVEUI 可以通过 GETNODE 指令验证是否删除成功 如果没有查询到节点，则返回 ERROR
23	配置设备心跳周期	AT+NODEHEARTBEAT=300	正常返回： +NODEHEARTBEAT 300 OK 异常返回： +NODEHEARTBEAT 5 ERROR	设置节点心跳周期 单位:S 默认值: 300 范围: [10, 2592000]
24	节点心跳配置指令解析	AT+NODEHEARTBEAT=?	+NODEHEARTBEAT AT+NODEHEARTBEAT=21 AT+NODEHEARTBEAT=,Set the node heartbeat period 21,Node heartbeat period, unit (seconds), range [10, 2592000] OK	节点心跳设置指令解析 范围[10, 2592000]，单位秒
25	查询节点心跳周期	AT+NODEHEARTBEAT?	+NODEHEARTBEAT 300 OK	参数，单位 S
26	查询报警配置参数	AT+SLAVEGWHEARTBEAT=1000	正常返回： +SLAVEGWHEARTBEAT 10000 OK 异常返回： +SLAVEGWHEARTBEAT 10 ERROR	设置从网关心跳周期 参数单位: ms 默认值: 10000 范围: [20, 10000] 主网关轮询从网关的周期
27	查询从网关心跳	AT+SLAVEGWHEARTB	+SLAVEGWHEARTBEAT	参数单位 ms

	周期	EAT?	10000 OK	
28	格式化存储器	AT+FRAMFORMAT	+FRAMFORMAT OK	格式化 FRAM，删除所有参数， 格式化之后需要重启网关
29	工作模式指令解析	AT+WORKMODE=?	+WORKMODE AT+WORKMODE=0 AT+WORKMODE=, Set the gateway working mode 0, 0=normal mode, 1=test mode OK	工作模式参数解析， 设置网关工作模式， 0 是正常工作模式 1 是测试模式
30	配置网关工作模式	AT+WORKMODE=0	+WORKMODE 0 OK	设置网关工作模式， 0 是正常工作模式 1 是测试模式
31	查询网关工作模式	AT+WORKMODE?	+WORKMODE 0 OK	查询网关工作模式， 0 是正常工作模式 1 是测试模式
32	发送数据指令解析	AT+RFXSEND=?	+RFXSEND AT+RFXSEND=505300000, 22, 0, 10, 0011 2233445566778899 AT+RFXSEND=, Gateway RF sending instructions 505300000, Gateway RF transmit frequency (Hz) 22, Gateway RF transmit power (dBm) 0, Gateway RF transmit modulation mode (0=LORA, 1=CW) 10, Gateway RF transmit data length 00112233445566778899, Gateway RF sends data OK	发送参数解析 发送频率，单位 Hz 发送功率，单位 dBm 发送模式 发送数据长度，单位字节 发送数据内容
33	RFA 发送	AT+RFASEND=50530 0000, 22, 0, 10, 001 1223344556677889 9	+RFASEND OK	RFA 发送数据 参数解析同上
34	RFC 发送	AT+RFCSEND=50530 0000, 22, 0, 10, 001 1223344556677889 9	+RFCSEND OK	RFA 发送数据 参数解析同上
35	DTV 扫描指令解析	AT+DTVSCAN=?	+DTVSCAN AT+DTVSCAN=0 AT+DTVSCAN=, Set DTV scan parameters 0, dtv mode (0=immediately, 1=cycle)	DTV 扫描参数解析 扫描模式[0, 1] 0: 立即扫描 1: 周期性扫描 18+rand(0, 6),

			OK	单位: 小时
36	配置 DTV 扫描参数	AT+DTVSCAN=0	+DTVSCAN 0 OK	设置 DTV 扫描参数 参数 1: 扫描模式[0, 1], 0=立即扫描, 1, 周期扫描, 18+rand(0, 6), 单位: 小时
37	查询 DTV 扫描参数	AT+DTVSCAN?	+DTVSCAN 0 OK	查询 DTV 扫描参数 参数 1: 扫描模式[0, 1], 0=立 即扫描, 1, 周期扫描 参数 2: 扫描范围(0, 744), 单 位小时
38	信道列表配置指 令解析	AT+CHLIST=?	+CHLIST AT+CHLIST=1, 150, 164, 22, 162, 169, 79 , 198, 184, 56, 186, 189 AT+SETCHLIST=, Set ch num list 1, radio a join ul ch num, rang[0, 99] 150, radio a join dl 1 data ch num, rang[150, 199] 164, radio a join dl 2 data ch num, rang[150, 199] 22, radio a ul data ch num, rang[0, 99] 162, radio a dl 1 data ch num, rang[150, 199] 169, radio a dl 2 data ch num, rang[150, 199] 79, radio b join ul ch num, rang[0, 99] 198, radio b join dl 1 data ch num, rang[150, 199] 184, radio b join dl 2 data ch num, rang[150, 199] 56, radio b ul data ch num, rang[0, 99] 186, radio b dl 1 data ch num, rang[150, 199] 189, radio b dl 2 data ch num, rang[150, 199] OK	信道列表指令解析 参数 1: rf a join uplink 信 道 参数 2: rf a join downlink 信道 1 参数 3: rf a join downlink 信道 2 参数 4: rf a 数据信道 uplink 参数 5: rf a 数据信道 downlink1 参数 6: rf a 数据信道 downlink2 参数 7: rf b join uplink 信 道 参数 8: rf b join downlink 信道 1 参数 9: rf b join downlink 信道 2 参数 10: rf b 数据信道 uplink 参数 11: rf b 数据信道 downlink1 参数 12: rf b 数据信道 downlink2 uplink 范围[0, 99] downlink 范围[150, 199]
39	信道列表配置指 令解析	AT+CHLIST=?	+CHLIST AT+CHLIST=1, 150, 164, 22, 162, 169, 79 , 198, 184, 56, 186, 189 AT+SETCHLIST=, Set ch num list 1, radio a join ul ch num, rang[0, 99] 150, radio a join dl 1 data ch num, rang[150, 199] 164, radio a join dl 2 data ch	信道列表指令解析 参数 1: rf a join uplink 信 道 参数 2: rf a join downlink 信道 1 参数 3: rf a join downlink 信道 2 参数 4: rf a 数据信道 uplink

			<p>num, rang[150, 199]                  22, radio a ul data ch num, rang[0, 99]                  162, radio a dl 1 data ch                  num, rang[150, 199]                  169, radio a dl 2 data ch                  num, rang[150, 199]                  79, radio b join ul ch num, rang[0, 99]                  198, radio b join dl 1 data ch                  num, rang[150, 199]                  184, radio b join dl 2 data ch                  num, rang[150, 199]                  56, radio b ul data ch num, rang[0, 99]                  186, radio b dl 1 data ch                  num, rang[150, 199]                  189, radio b dl 2 data ch                  num, rang[150, 199]                  OK</p>	<p>参数 5: rf a 数据信道                  downlink1                  参数 6: rf a 数据信道                  downlink2                  参数 7: rf b join uplink 信道                  参数 8: rf b join downlink                  信道 1                  参数 9: rf b join downlink                  信道 2                  参数 10: rf b 数据信道 uplink                  参数 11: rf b 数据信道                  downlink1                  参数 12: rf b 数据信道                  downlink2                  uplink 范围[0, 99]                  downlink 范围[150, 199]</p>
40	配置信道列表	AT+CHLIST=1, 150, 164, 22, 162, 169, 79, 198, 184, 56, 186, 189	<p>+CHLIST                  1, 151, 165, 24, 163, 170, 80, 199, 185, 92, 187, 190                  OK</p>	设置网络信道列表，参数解析同上
41	查询信道列表	AT+CHLIST?	<p>+CHLIST:                  1, 151, 165, 24, 163, 170, 80, 199, 185, 92, 187, 190                  OK</p>	<p>+CHLIST:                  1, 151, 165, 24, 163, 170, 80, 199, 185, 92, 187, 190                  OK</p>
42	设置 RS485 数据接口波特率	AT+BAUDRATE=921600	<p>+BAUDRATE                  921600                  OK</p>	设置 RS485 数据接口的波特率范围[1200, 3000000]
43	查询 RS485 数据接口波特率	AT+BAUDRATE?	<p>+BAUDRATE                  921600                  OK</p>	查询 RS485 数据接口的波特率
44	查询节点频率切换状态	AT+NODENET?	<p>返回 1:                  +GETNODENET:                  Frequency changing is not start.                  OK                  返回 2:                  +GETNODENET:                  Frequency changing is finished.                  Fail Eui list:                  RF CHLIST:                  1, 151, 165, 27, 163, 170, 80, 199, 185, 92, 187, 190</p>	<p>查询节点频率切换状态                  返回 1:还没有运行频率切换指令                  返回 2:所有节点执行频率切换完成                  返回 3:部分节点切换完成</p>

			<pre> OK 返回 3: +GETNODENET: Frequency changing is running. Running Eui list: 38 33 35 31 70 31 86 16 , 00 00 00 00 38 38 33 33 71 31 7d 05 , 00 00 00 01 38 33 35 31 5a 31 70 17 , 00 00 00 02 Freq-chg get eui time: 2134 RF_NEW CHLIST: 1, 151, 165, 27, 163, 170, 80, 199, 185, 9 2, 187, 190 RF CHLIST: 1, 151, 165, 27, 163, 170, 80, 199, 185, 9 2, 187, 190 OK                     </pre>	
45	查询已经注册节点数量	AT+GETNODENUM?	<pre> +GETNODENUM 1 OK                     </pre>	查询已经注册的节点数量
46	查询 N 个节点属性	AT+GETNODEN=0, 10	<pre> +GETNODEN total:1, current:0, num:1 DevEui:38 33 35 31 50 31 91 17 AppEui:38 33 35 31 50 31 91 17 AppKey:00 11 22 33 44 55 66 77 77 66 55 44 33 22 11 00 DevAddr:00 00 00 00 DevNonce:F7 E2 AppNonce:D2 E0 43 OK                     </pre>	<p>查询 N 个注册节点信息</p> <p>参数 1: 起始索引, 范围 [0, N-1]</p> <p>参数 2: 查询节点数量, 范围 [0, N]</p> <p>返回信息:</p> <p>total 总结点数</p> <p>current 当前节点索引</p> <p>num 本指令查询的节点数量</p> <p>DevEui、AppEui、AppKey、DevAddr、DevNonce、AppNonce, 节点属性信息, 数据格式 hex</p>

## 8.2 节点指令详解

指令	响应	备注
AT+EUI=?	AT+EUI=FFFFFFFFFFFFFFFF OK	读取 Device EUI
AT+EUI=1122334455667788	AT+EUI=1122334455667788	配置 Device EUI

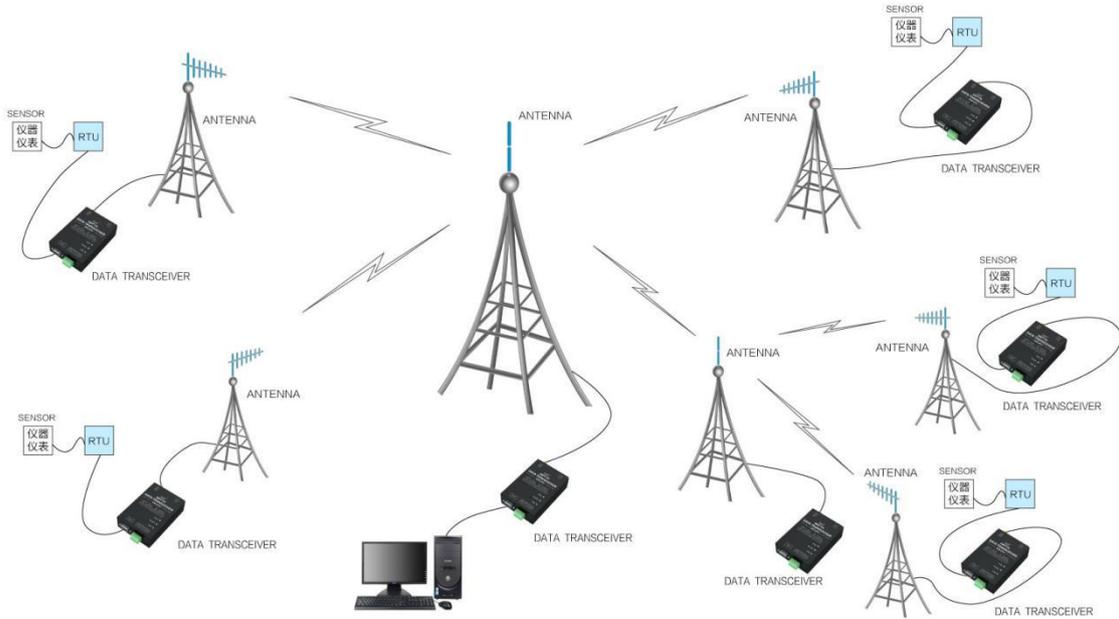
	OK	(重启生效)
AT+IAP	AT+IAP=OK	进入固件升级模式 60S 内未进行固件升级，模块将自动退出固件升级模式，正常运行固件
AT+EXIT	exit config succeed	退出配置 (自动重启) 可充当软件复位使用
AT+DATA=112233445566	无	使用前还是需要唤醒节点设备，发送该指令后，节点会把 AT+DATA=后面的数据转化为 HEX 格式 ( <b>注意 ASCII 码需要按照 HEX 格式进行输入，两个字符为一个字节 HEX 码</b> )，然后立即无线发送到网关。

## 第九章 相关产品

产品型号	接口类型	工作频率 Hz	发射功率 W	通信距离 km	功能特点
<a href="#">E90-DTU (230SL22)</a>	RS232 RS485	230M	0.16	5	LoRa 扩频, 无线配置, 组网传输, 适用复杂环境
<a href="#">E90-DTU (230SL30)</a>	RS232 RS485	230M	1	10	LoRa 扩频, 无线配置, 组网传输, 适用复杂环境
<a href="#">E90-DTU (400SL22)</a>	RS232 RS485	433\470M	0.16	5	LoRa 扩频, 无线配置, 组网传输, 远距离抗干扰
<a href="#">E90-DTU (400SL30)</a>	RS232 RS485	433\470M	1	10	LoRa 扩频, 无线配置, 组网传输, 远距离抗干扰
<a href="#">E90-DTU (900SL22)</a>	RS232 RS485	868\915M	0.16	5	LoRa 扩频, 无线配置, 组网传输, 远距离抗干扰
<a href="#">E90-DTU (900SL30)</a>	RS232 RS485	868\915M	1	10	LoRa 扩频, 无线配置, 组网传输, 远距离抗干扰
<a href="#">E90-DTU (170L30)</a>	RS232 RS485	170M	1	8	LoRa 扩频, 超强穿透绕射
<a href="#">E90-DTU (433L30)</a>	RS232 RS485	433M	1	8	LoRa 扩频, 远距离抗干扰
<a href="#">E90-DTU (433L37)</a>	RS232 RS485	433M	5	20	LoRa 扩频, 20km 超远距离, 抗干扰
<a href="#">E90-DTU (433C30)</a>	RS232 RS485	433M	1	3	高速连续传输, 支持 ModBus 协议
<a href="#">E90-DTU (433C33)</a>	RS232 RS485	433M	2	4	高速连续传输, 支持 ModBus 协议
<a href="#">E90-DTU (433C37)</a>	RS232 RS485	433M	5	10	高速连续传输, 支持 ModBus 协议, 远距离
<a href="#">E90-DTU (230N27)</a>	RS232 RS485	230M	0.5	5	低频窄带, 适用复杂环境
<a href="#">E90-DTU (230N33)</a>	RS232 RS485	230M	2	8	低频窄带, 适用复杂环境
<a href="#">E90-DTU (230N37)</a>	RS232 RS485	230M	5	15	低频窄带, 适用于复杂环境, 超强绕射

## 第十章 实际应用领域

亿佰特数传电台适用于各类点对点、一点对多点的无线数据传输系统，如智能家居、物联网改造、电力负荷监控、配网自动化、水文水情测报、自来水管网监测、城市路灯监控、防空警报控制、铁路信号监控、铁路供水集中控制、输油供气管网监测、GPS 定位系统、远程抄表、电子吊称、自动报靶、地震测报、防火防盗、环境监测等工业自动化系统，如下图：



## 第十一章 使用注意事项

- 请用户妥善保管好本设备的保修卡，保修卡上有该设备的出厂号码（及重要技术参数），对于用户今后的维修及新增设备有重要的参考价值。
- 电台在保修期内，若因产品本身质量而非人为损坏或雷击等自然灾害造成的损坏，享受免费保修；务请用户不要自行修理，出现问题即与我司取得联系，亿佰特提供一流的售后服务。
- 在一些易燃性场所（如煤矿矿井）或易爆危险物体（如引爆用雷管）附近时，不可操作本电台。
- 应选用合适的直流稳压电源，要求抗高频干扰能力强、纹波小、并有足够的带载能力；最好还具有过流、过压保护及防雷等功能，确保数传电台正常工作。
- 不要在超出数传电台环境特性的工作环境中使用，如高温、潮湿、低温、强电磁场或灰尘较大的环境中使用。
- 不要让数传电台连续不断地处于满负荷发射状态，否则可能会烧坏发射机。
- 数传电台的地线应与外接设备（如 PC 机、PLC 等）的地线及电源的地线良好连接，否则容易烧坏通信接口等；切勿带电插、拔串口。
- 在对数传电台进行测试时，必须接上匹配的天线或 50Ω 假负载，否则容易损坏发射机；如果接了天线，那么人体离天线的距离最好超过 2 米，以免造成伤害，切勿在发射时触摸天线。
- 无线数传电台在不同环境下往往有不不同通信距离，通信距离往往受到温度、湿度、障碍物密度、障碍物体积、电磁环境所影响；为了保证可以获得稳定的通信，建议预留 50%以上的通信距离余量。
- 若实测通信距离不理想，建议从天线品质和天线的安装方式入手分析改善通信距离。亦可与 [support@cdebyte.com](mailto:support@cdebyte.com) 取得联系、寻求帮助。
- 在选配电源时，除需要按照推荐保留 50%的电流余量，更应注意其纹波不得超过 100mV。
- 无线通讯产品需要接上阻抗匹配的天线才能正常工作，即使是短时间测试亦不可省略，若因此原因造成的产品损坏将不在保修范围之内。

## 重要声明

- 亿佰特保留对本说明书中所有内容的最终解释权及修改权。
- 由于随着产品的硬件及软件的不不断改进，本说明书可能会有所更改，恕不另行告知，最终应以最新版的说明书为准。

## 修订历史

版本	修订日期	修订说明	维护人
1.0	2024-01-17	初始版本	Bin
1.1	2024-04-08	内容修订	Bin



## 关于我们

销售热线：4000-330-990

技术支持：[support@cdebyte.com](mailto:support@cdebyte.com)

官方网站：[www.ebyte.com](http://www.ebyte.com)

公司地址：四川省成都市高新西区西区大道 199 号 B5 栋


**成都亿佰特电子科技有限公司**  
 Chengdu Ebyte Electronic Technology Co.,Ltd.

## X-ON Electronics

Largest Supplier of Electrical and Electronic Components

*Click to view similar products for [Sub-GHz Modules](#) category:*

*Click to view products by [Ebyte](#) manufacturer:*

Other Similar products are found below :

[SM1231E868](#) [WISE-4610-S672NA](#) [DL-SX1278PA](#) [VGdd79T433N0M2](#) [VGdd79S433X0M1](#) [VG2373S915N0S1](#) [Ra-08](#) [Ra-08H\(915\)](#) [E220-400M22S](#) [E22-230T22S](#) [E220-400T22S](#) [WH-L101-L-C](#) [Ra-09H\(IN865\)](#) [E22-400T30S](#) [E28-2G4M27SX](#) [E28-2G4T12S](#) [E22-230T22D](#) [E22-900T30S](#) [VG2389S490N0S1](#) [USR-LG206-L-P](#) [Ra-09H\(US915\)](#) [E220-900T22D](#) [E32-433T20S](#) [E220-400M30S](#) [E28-2G4M12SX](#) [E77-400M22S](#) [E220-400T30S](#) [E220-900T30D](#) [E28-2G4T27SX](#) [E220-900M30S](#) [E22-400MM22S](#) [E32-400M20S](#) [E32-433T33S](#) [E22-900MM22S](#) [E22-400M33S](#) [E220-400T30D](#) [E22-400T30E](#) [E22-230T30S](#) [E77-900M22S](#) [E280-2G4T12S](#) [DL-LLCC68-S-915](#) [VG2392S240N0M1](#) [LLCC68S433N0SA](#) [VGdd79S433N0M1](#) [VGDD79S915N0SA](#) [SX1262S915N0S1](#) [VGdd79T433N0M4](#) [VG2379S433N0SA](#) [LLCC68S433X0M1](#) [VG2379S490N0S1](#)